

Eetu Hämäläinen

Tietoverkkojen käyttöönotto tuotantoympäristöissä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

20.11.2017

Tekijä Otsikko	Eetu Hämäläinen Tietoverkkojen käyttöönotto tuotantoympäristöissä
Sivumäärä Aika	39 sivua + 2 liitettä 20.11.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkötekniikka
Ammatillinen pääaine	Elektroniikka ja terveydenhuollon tekniikka
Ohjaajat	Sales Manager Erik Ahlqvist Lehtori Esko Tattari
<p>Insinööritöiden tavoitteena oli selvittää mahdollisen Sensor Control Nordic Ab:n asiakaskunnan tarpeita heidän verkkolaitteiden hankinnoissaan ja korottaa myös yrityksen myynnin teknistä tietämystä tuotekentästä. Työn aikana kerättyä tietoutta oli tarkoitus pyrkiä myös käyttämään myynnin tarkemmassa kohdentamisessa oikealle asiakaskunnalle.</p> <p>Työ toteutettiin haastattelututkimuksena, jossa haastateltiin laaja-alaisesti mahdollista SCN:n asiakaskuntaa pyrkien yleisellä tasolla selvittämään asiakkaiden asettamia vaatimuksia SCN maahantuomille verkkolaitteille. Haastattelut sovittiin ottamalla sähköpostitse ja puhelimitse yhteyttä sopiviksi katsottuihin yrityksiin.</p> <p>Kaikissa haastatteluissa kysyttiin samat kysymykset vastausten vertailun mahdollistamiseksi. Saatua vastauksia käytettiin runkona raportin muotoilussa ja sisällössä.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena syntyivät haastattelupöytäkirja ja tämä raportti, jotka sisältävät kaiken SCN:n tarvitseman tiedon. SCN:n vaatimuksesta haastattelupöytäkirjan muoto pidettiin yksinkertaisena ja raportissa avattiin ja analysoitiin tarkemmin haastatteluissa esille tulleita aihepiirejä.</p>	
Avainsanat	haastattelu, tietoverkko, verkkolaitte, myynti, asiakas

Author Title	Eetu Hämäläinen Use of Data Networks In Production Environments
Number of Pages Date	39 pages + 2 appendices 20 November 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialization Option	Electronics & Healthcare Technology
Instructors	Erik Ahlqvist, Sales Manager Esko Tattari, Principal Lecturer
<p>The goal of this thesis was to find out about the requirements that possible customers for Sensor Control Nordic Ab would give to company's new network device products and to also simultaneously increase the knowledge base of sales personnel. Gained knowledge was also analyzed to help SCN focus their sales better.</p> <p>The knowledge gathering was achieved through interviews where different companies from SCNs possible field of customers were interviewed about the networks and network devices that they had in use. Interviews were booked through emailing and calling company representatives. All interviews had the same questions to make the gained information more easily comparable.</p> <p>All answers from interviews were collected as headlines to a memo. These headlines were then used as base for the actual thesis where they were more thoroughly discussed and analyzed.</p> <p>The final products of this thesis were the memo and this report that contain all the information requested by the SCN. The report was formatted in a very organized way to make different information easy to find and text was kept on a practical level in technical detail to take into account the needs of sales personnel in their work.</p>	
Keywords	interview, network, device, sales, customer

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Toteutustapa	1
3	Tietoverkot	2
3.1	Tietoverkon osat	2
3.2	Lähiverkot	3
3.2.1	Väyläverkko	4
3.2.2	Rengasverkko	5
3.2.3	Tähtiverkko	6
3.2.4	Puuverkko	7
3.3	Verkon laitteet	8
4	Haastattelujen kysymykset	10
5	Tietoverkkojen ja -järjestelmien hyödyt ja vaikutus	12
5.1	Säästöt henkilöstökustannuksissa	12
5.1.1	Etätyö	13
5.2	Henkilöstön käytön muutokset	14
5.3	Säästöt materiaalikustannuksissa	14
5.4	Helppo käyttäjätasojen määrittäminen myynnille	15
5.5	Haasteelliset toimintaympäristöt	16
5.6	Keskittetty data	17
6	Verkkojen ja verkkolaitteiden vaatimukset	17
6.1	Pitkä käyttöikä ja hyvä tekniikan päivitettävyyden	17
6.2	Riittävän suuri tiedon päivitystaajuus	17
6.3	Käyttöympäristön vaatimukset	18
6.4	Käyttöliittymän vaatimukset	18
6.5	Luotettavuus	18
7	Verkkojen ja verkkolaitteiden häiriöt	19
7.1	Kantomatkan riittämättömyys	19
7.2	Sähkömagneettiset häiriöt	20
7.2.1	Maadoitus	23

7.2.2	Kohina	23
7.3	Ohjelmistojen ongelmat	24
7.4	Laiteviat	25
8	Datavirtojen koko eri verkoissa	25
8.1	Pienet datavirrat	25
8.2	Suuret datavirrat	26
8.3	Palveluiden datavirtarajoitukset	26
9	Huomioitavat asiat verkkojen asentamisessa	26
9.1	Ympäristön vaatimukset	26
9.2	ESD-alueet tuotannossa	29
9.2.1	Faradayn häkki	29
9.3	Antennin sijoittelu	30
9.4	Asennusvastuu	31
10	Tietoturvaratkaisut	32
10.1	Verkkojen erottelu	32
10.1.1	Palomuuuri	32
10.2	IPv4 ja IPv6	32
10.3	Käyttäjien seuranta	33
10.4	Ajantasaiset päivitykset	33
11	Muut aihepiirit	33
11.1	IOT-verkkojen tulevaisuus	33
11.2	Operaattorien kahdennus	34
11.3	Tarina huvilaitteen aiheuttamasta ongelmasta	34
12	eWON-tuoteperheen vertailu tuloksiin	35
13	Yhteenveto	36
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1. Haastatellut yritykset ja henkilöt	
	Liite 2. Haastattelupöytäkirja	

Lyhenteet

IOT	<i>Industrial Internet of Things</i> ; erityisesti teollisuuden tuotannon käytössä oleva erilaisten tuotantolaitteiden väliseen kommunikaatioon tarkoitettu verkko.
IOT	<i>Internet of Things</i> ; verkko, jossa eri laitteet keskusteleval keskenään. Tällaisia verkkoja voivat olla esimerkiksi erilaiset sensoriverkot tai langattomia ohjauksia sisältävät verkot.
LED	<i>Light- Emitting Diode</i> ; puolijohdekomponentti. Se säteilee valoa, kun sen läpi johdetaan sähkövirtaa.

1 Johdanto

Insinööritöä tehtiin sovittuna tutkimustyönä SCN Oy:lle. SCN (Sensor Control Nordic) on ruotsalainen yritys, joka maahantuo ja myy erilaisia sensoreita, teollisia tietokoneita ja verkkolaitteita automaation, teollisuuden ja puolustusvoimien tarpeisiin. Tutkimuksen tarve tuli ilmi työhaastattelussa, jossa SCN edustaja mainitsi heidän uudesta toimistostaan ja tulevasta mahdollisesta teknisen ymmärryksen tarpeesta myynnissä. SCN oli juuri aloittanut uusien verkkolaitteiden maahantuonnin, joiden tekniikasta ja asiakaskunnasta heidän myyjillään ei vielä ollut juurikaan kokemusta.

Tutkimuksen tarkoitus oli kerätä tietoa uusien verkkolaitteiden myynnin tueksi mahdollisimman laajasti SCN:n mahdollisesta asiakaskentästä. Siinä pyrittiin saamaan selville erilaisia asioita, joita asiakkaat mahdollisesti painottaisivat verkkolaitteita ostaessaan ja avaamaan näitä tarkemmin, jotta tarpeisiin pystyttäisiin myynnissä paremmin vastaamaan. Kokonaisvaltaisena tutkimuksen tavoitteena oli lisätä myyjien tietoa asiakkaiden erilaisista tilanteista ja vaatimuksista verkkolaitteille, mikä voisi parantaa myynnin tekemää tulosta ja auttaa kohdistamaan myyntiä.

Olen alusta asti ollut kiinnostunut opinnoissani myös liiketaloudesta tekniikan lisäksi ja näen, että näitä kahta alaa pystyisi helposti yhdistämään monessa valmistumisen jälkeisessä työtehtävässä. Tästä syystä pyrin valitsemaan opinnäytetyöni aiheeksi jotain sellaista, mikä yhdistäisi näitä molempia ja siksi työssä on mukana myös vahvaa liiketaloudellista näkökulmaa tiedonkäsittelyssä. Työn toteutustavaksi valitsin haastattelut, koska olen aina pitänyt työskentelystä sosiaalisessa ympäristössä muiden ihmisten kanssa. Haastatteluiden avulla sain yhdistettyä toisiinsa tekniikan, liiketalouden ja sosiaalisuuden samaan työhön ja pystyin myös keskittämään aihepiirin hyvin käytännönläheiselle tasolle asiakasrajapintaan.

2 Toteutustapa

Työ toteutettiin haastattelemalla erilaisia tuotantolaitoksia omaavia yrityksiä heillä käytössä olevista teollisista tietoverkoista ja niiden laitteista. Haastattelut sovittiin ottamalla yhteyttä yrityksiin puhelimitse ja sähköpostitse ja niihin pyrittiin valitsemaan yrityksiä,

joilla on mahdollisimman erilaisia teollisia tuotantoympäristöjä, jotta tietoa saataisiin kerättyä mahdollisimman laajasti. Haastatteluista käsiteltyt aihepiirit kerättiin haastattelupöytäkirjaan ja työssä pyrittiin avaamaan mahdollisimman montaa näistä aihepiireistä laajemmin.

SCN:n kanssa sovittiin, että raportti olisi samalla myös työn lopputulos, mikä vaikuttaa hieman sen muotoiluun. Raportissa kaikki eri aihepiirit käsitellään omina otsikoinaan tiedon helpon löydettävyyden takaamiseksi ja joitain perusteita on selitetty erikseen tarkemmin, jotta muu tieto voitaisiin varmasti ymmärtää helpommin. Kerättyä tietoa on pyritty käsittelemään myös mahdollisimman käytännöllisestä näkökulmasta, jotta myynti voisi käyttää sitä helposti toiminnassaan.

3 Tietoverkot

Tässä osiossa käsitellään yleisesti erilaisia lähiverkkotyyppisiä ja niiden teoriaa. Vaikka verkkotyyppisiä on useita, kaikki tämän tutkimuksen aihepiirin verkot olivat lähiverkkoja, joten tiedonkeruussa päätettiin keskittyä pääasiassa niihin.

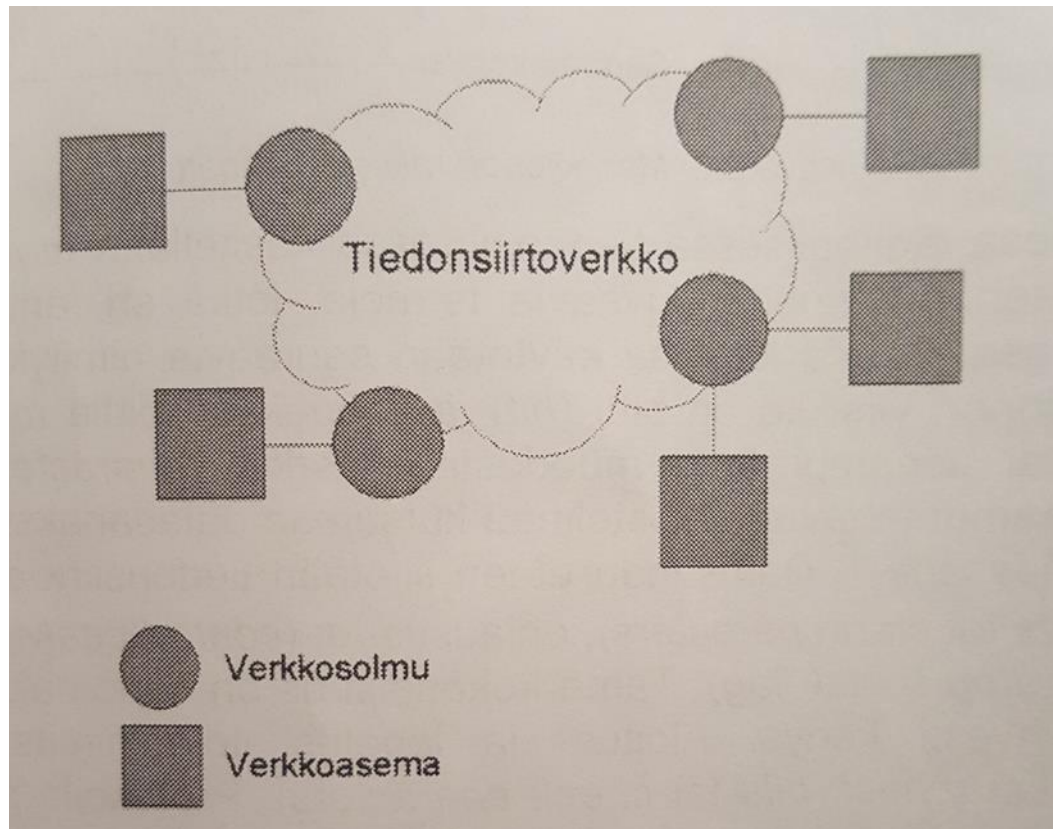
3.1 Tietoverkon osat

Tietoverkot koostuvat yksinkertaistetusti verkkoasemista ja niitä yhdistävistä tiedonsiirtoväylistä. Verkkoasemiksi (Network Station) kutsutaan kaikkia laitteita, jotka viestivät verkossa keskenään. Jokaisessa verkkoon liitettyssä laitteessa tulee olla sisäänrakennettuna verkkosolmu (Network Node) tai se on liitettävä ulkoiseen sellaiseen. Yleisimmät verkkolaitteet on esitelty tämän osion kohdassa 3.3 ”Verkon laitteet”. Verkkosolmu hoitaa digitaalisessa tietoverkossa varsinaisen liikennöinnin, ja se koostuu kahdesta toisiinsa liitetystä elementistä (1, s. 13):

- DCE (Data Communication Equipment) eli verkkopääte on osa verkkosolmua, jonka avulla käyttäjän päätelaite kytkeytyy verkkoon. Se hoitaa tiedonsiirrossa siirtopiirin kytkemisen sekä siirtämisessä tarvittavat koodimuunnokset. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi modeemi ja verkkokortti. (1, s. 14.)
- DTE (Data Terminal Equipment) eli päätelaite on siirtoyhteyden tai verkon päätepisteessä toimiva laite, jossa on oma tiedonsiirto- ohjelma. Sen tehtävä on muodostaa kehykset verkossa liikkuvalle datalle, osoitteistaa signaalit, valvoa yhteydensaantia ja tiedonsiirtoa sekä suodattaa sille kuulumattomat lähetykset.

DTE huolehtii DCE:n vastaanottaman datan lisäkäsittelystä siten, että se on käyttäjän käytettävissä haluttuun tarkoitukseen. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi tietokoneet. (1, s. 14.)

Kuva 1 havainnollistaa yleisesti verkkosolmujen, verkkoasemien ja tietoverkon rakennetta. Joissakin tapauksissa voi olla mahdollista, että verkkosolmu sisältää vain DCE:n. Tällaisissa tapauksissa DTE:n on oltava asennettuna verkkoasemalle. (1, s. 14.)



Kuva 1. Tietoverkon yleinen kuvaus (1, s. 14).

3.2 Lähiverkot

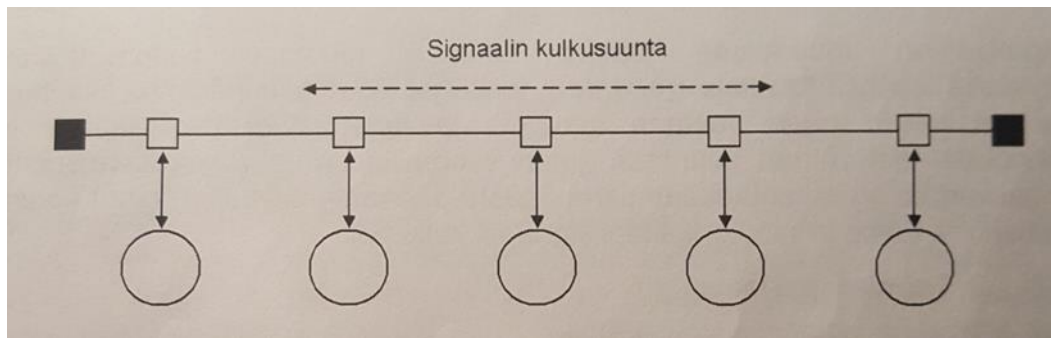
Lähiverkko eli LAN (Local Area Network) on tavallisin teollisuudessa käytettävä verkko-tyyppi. Kooltaan se on tavallisesti esimerkiksi yhden talon tietokoneiden yhteinen tietokoneverkko tai yrityksen yhden toimipisteen verkko. Langallinen lähiverkko voidaan jakaa kolmeen perustyyppiin: väylä-, rengas- ja tähtiverkkoon. Verkko voi koostua myös näiden tyyppien yhdistelmistä. (1, s. 27.)

3.2.1 Väyläverkko

Väyläverkko koostuu yhdestä johtoyhteydestä, johon on liitetty kaikki verkkoon kuuluvat solmut. Tätä johtoyhteyttä kutsutaan väyläksi (Bus), ja sen molemmissa päissä on päätevastukset heijastusten estämiseksi. Väyläverkossa kaikki data liikkuu kaikkien laitteiden välillä samaa väylää pitkin. (1, s. 27.)

Väylän etuja on helppo rakennettavuus ja muunneltavuus. Siihen voidaan lisätä solmuja ja sen pituutta voidaan helposti kasvattaa lisäämällä toisen päätevastuksen tilalle uusi väyläpala. Väylän pidentyessä on kuitenkin otettava huomioon sen sisäisen vastuksen ja häiriöherkkyyden kasvaminen. Todella pitkät väylät sisältävätkin usein toistimia (Repeater) väyläpalojen välissä, jotka vahvistavat siirrettävää signaalia ja voivat myös korjata sen muotovirheitä. (1, s. 27.)

Kuvassa 2 on kuvattu väyläverkon yhden väyläpalan kytkentäperiaate. Mustat laatikot ovat kuvassa päätevastuksia ja muuten siinä on käytetty samoja symboleja kuvaamaan verkon osia kuin kuvassa 1. Väyläverkoista on mahdollista rakentaa myös siltoja ja yhdyskäytäviä käyttämällä laajempia kokonaisuuksia ja muodostaa aliverkkojen yhdistelmiä (1, s. 27).



Kuva 2. Väyläverkon rakenne (1, s. 27).

Väyläverkossa DCE on asennettava melko lyhyellä liitännällä väylään. Tämä johtuu siitä, että liitäntäjohtojen pituus kasvattaa sen kapasitanssia, joka voi aiheuttaa sen, että tiedonsiirtonopeutta on alennettava, jotta virheitä ei syntyisi. Lyhemmässä liitännässä dataa voidaan siirtää nopeammin, koska kapasitanssi on pienempi. (1, s. 27.)

Väyläverkon toimintaperiaate

Väyläverkko toimii siten, että siinä kaikki lähetettävää solmua lukuun ottamatta olevat solmut ovat aina vastaanottotilassa ja lukevat kaikki väylään lähetetyt datapaketit. Jokaisessa solmussa datan ottaa vastaan solmun DTE:ssä sijaitseva MAC-palvelu, johon on tallennettu solmun osoite. Lähetyksessä jokaiseen väylässä liikkuvaan datapakettiin koodataan sen vastaanottavan solmun osoite ja solmujen MAC palvelut vertaavat näitä osoitteita sisältämäänsä solmun osoitteeseen. Jos MAC havaitsee, että datapakettiin liitetty osoite on sama kuin sen solmun osoite, se kopioi datapaketin DTE:n MAC-väliin. Eriävillä osoitteilla varustetut datapaketit hylätään solmuissa. Tiedon lähettäminen väylään tapahtuu aina solmu kerrallaan käytössä olevan lähetysprotokollan mukaisesti, jotta väylässä voidaan välttyä datasignaalien yhteentörmäyksiltä, mitkä voivat vääristää liikkuvia datapaketteja. (1, s. 28.)

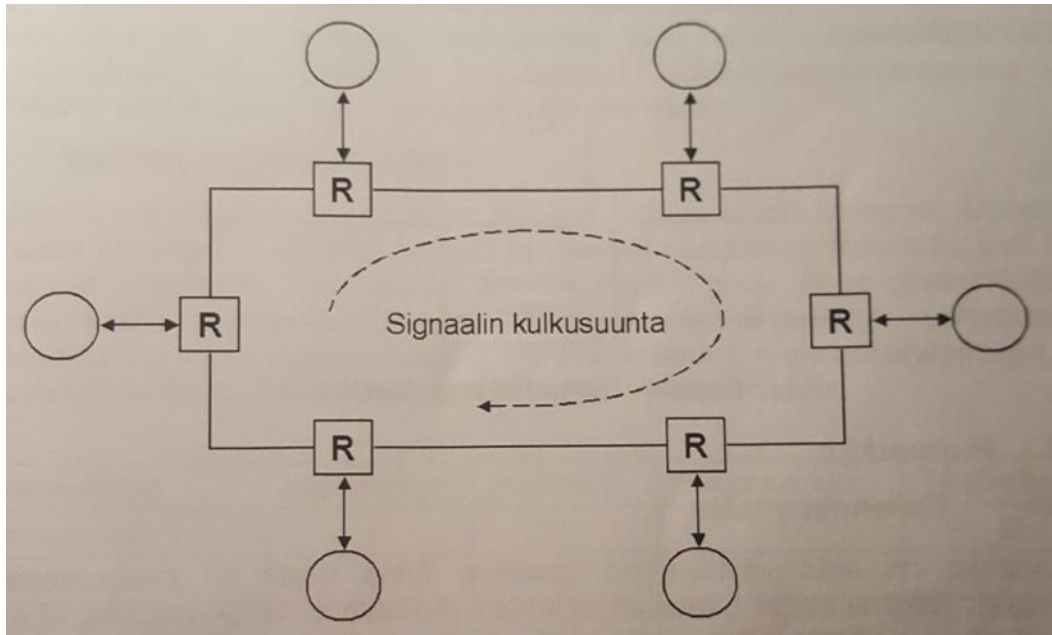
3.2.2 Rengasverkko

Rengasverkko koostuu joukosta renkaan muotoon tiedonsiirtolinkin avulla liitettyjä toistimia (Repeater), joista jokainen toimii solmun liitännänä. Jokainen toistin voi liikennöidä vain yhteen suuntaan, joten kaikilla verkossa liikkuvilla datapaketeilla on yhteinen määritetty kiertosuunta. Kaikki toistimet ottavat verkossa vastaan sanomia ja lähettävät niitä eteenpäin. (1, s. 28.)

Rengasverkon toimintaperiaate

Jotta dataa voidaan siirtää rengasverkossa, on sen toistimilla oltava kolme eri toimintoa: Datan vastaanotto, datan lähetys ja datan tuhoaminen. Rengasverkko toimii siten, että siinä lähettäjä lähettää osoitteellisen datapaketin verkkoon samaan tapaan kuin väyläverkossa, mutta nyt datapaketti kiertää verkon rengasmaista rakennetta vain yhteen suuntaan toistimien välityksellä. Kukin verkon toistin kopioi datapaketin osoitteen ja lähettää aluksi vain sen solmunsa DTE:lle. Jos DTE havaitsee osoitteen samaksi kuin oma osoitteensa, se lähettää hyväksyntäilmoituksen toistimelle, joka sitten kopioi varsinaisen datapaketin ja lähettää sen DTE:lle. (1, s. 28.)

Kuvassa 3 on esitetty yksinkertaistetusti rengasverkon rakenne. Kirjaimella R merkityt laatikot ovat toistimia ja kaikki solmut on liitetty niiden välityksellä verkkoon.



Kuva 3. Rengasverkon rakenne (1, s. 29).

Koska rengasverkko on suljettu rengas, jossa data siirretään aina automaattisesti toistinten välityksellä eteenpäin, data kiertää siinä niin kauan, kunnes se hävitetään. Tavallisesti datapaketin hävittää sen lähettänyt toistin silloin, kun se on kiertänyt koko verkon halutun monta kertaa. Tähän toistimilta tarvitaan datan tuhoamistoimintoa. (1, s. 28–29.)

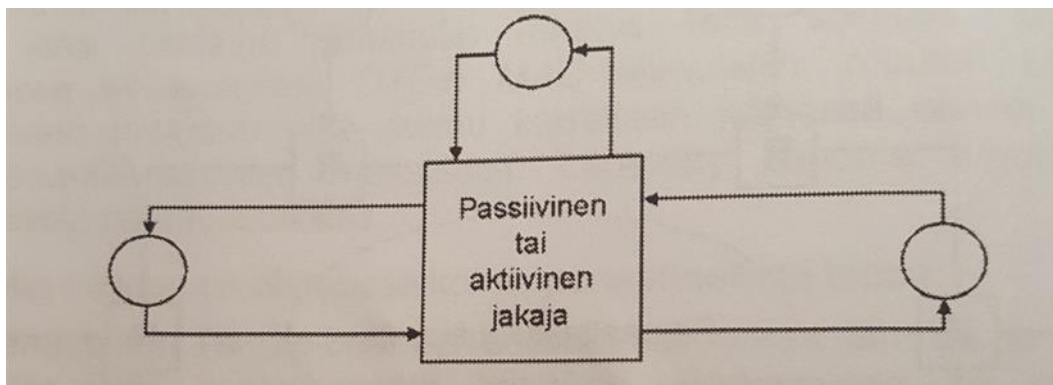
Rengasverkon etuna on helppo häiriöiden paikannus. Koska verkossa signaalilla on tietty kiertosuunta, jonka mukaan se vastaanotetaan DTE:ssä, on verkossa helppo löytää kohta, jossa DTE:n vastaanottamaan signaaliin on tullut häiriö. (1, s. 31.)

3.2.3 Tähtiverkko

Tähtiverkko koostuu jakajasta, johon kaikki solmut on liitetty omina haaroinaan. Yleensä jakajina käytetään keskittimiä (Hub) tai kytkimiä (Switch). Tähtiverkko mahdollistaa ns. yleiskaapelointiverkon, joka on erittäin helposti muokattavissa muodon ja solmujen määrän suhteen. Keskittimiä kutsutaan passiivisiksi jakajiksi ja kytkimiä aktiivisiksi jakajiksi. (1, s. 29.)

Tähtiverkon toimintaperiaate

Tähtiverkon toiminta riippuu siitä, mitä laitetta jakajana on käytetty. Keskitin ottaa vastaan solmusta lähetetyn signaalin ja ohjaa sen kaikkiin siihen liitettyihin muihin solmuihin, joiden DTE sitten määrittää, otetaanko datapaketti vastaan vai ei. Kytkin taas ohjaa solmulta vastaanotetun signaalin vain oikealla osoitteella varustettuihin portteihin, jolloin datapaketti ei mene turhaan väärin osoitteisiin. Kuvassa 4 on esitetty yksinkertaistetusti tähtiverkon yleinen rakenne. Keskellä kuvassa on jakaja, johon jokainen solmu on liittynyt omalla haarallaan. (1, s. 30.)



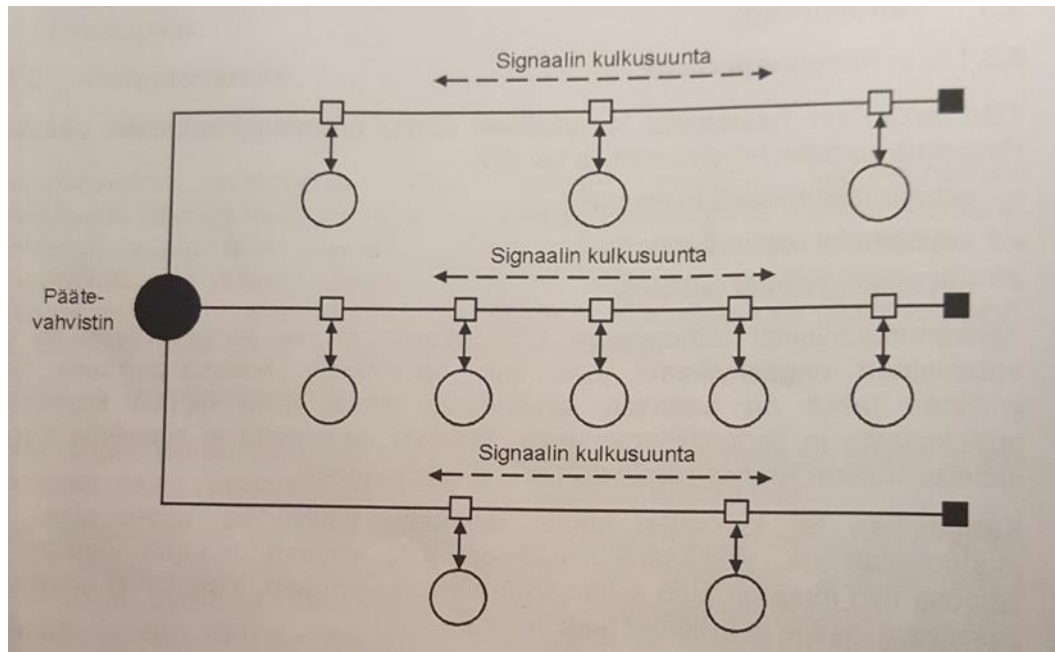
Kuva 4. Tähtiverkon rakenne (1, s. 30).

3.2.4 Puuverkko

Puuverkko on verkko, joka koostuu useista väyläverkoista, jotka on yhdistetty toisiinsa yhteisen jakajan avulla samaan tapaan kuin tähtiverkon solmut. Puuverkossa jakajana voi toimia päätevahvistin (Headend). Puuverkon avulla voidaan rakentaa todella monimutkaisia verkkoja. (1, s. 30–31.)

Puuverkon toimintaperiaate

Puuverkossa jakaja ohjaa siihen liitetyissä eri väyläverkoissa liikkuvia datapaketteja uusiin väyläverkkoihin. Jakajasta riippuen tämä ohjaus voi tapahtua joko jakamalla tiettyjä paketteja osoitteiden mukaan oikeisiin väyliin tai jakamalla kaikki paketit kaikkiin liitettyihin väyliin samaan tapaan kuin tähtiverkossa. Kuvassa 5 on esitetty puuverkko, jossa jakajana on käytetty päätevahvistinta. (1, s. 31.)



Kuva 5. Puuverkon rakenne (1, s. 30).

Kuvassa jakajaan on liitetty kolme erikokoista väyläverkkoa. Päätevahvistin toimii samaan tapaan kuin toistin, mutta se voi jakaa datapaketin useisiin linjoihin ja useisiin suuntiin yhden sijaan. Puuverkossa haasteena on liikenteen ohjaus samanaikaisten lähetysten ehkäisemiseksi verkon kasvaessa. Saman liikenteen ohjauksen pitää puuverkossa kattaa kaikki solmut. (1, s. 31.)

3.3 Verkon laitteet

Tässä osiossa on esitelty yleisimpiä verkkojen tiedonsiirtoon osallistuvia laitteita kootusti. Laitteiden nimille on myös annettu englanninkieliset käännökset, koska aihepiiriin liittyvä kirjallisuus ja laitteiden merkinnät ovat usein tietotekniikka-alalla englanninkielisiä.

Toistin (Repeater)

Toistimen tehtävä on ottaa vastaan signaali, vahvistaa ja korjata sitä ja lähettää se sitten eteenpäin. Toistimia käytetään siirtolinkin pituuden kasvattamiseen. (1, s. 32.)

Keskitin (Hub)

Keskitin on laite, johon voidaan liittää useita siirtolinkkihaaroja. Käytännössä keskitin toimii siten, että se jakaa jostain haarasta vastaanotetun signaalin aina kaikkiin muihin haaroihin. Laitteena keskitin on hyvin samankaltainen kuin toistin, ja niitä käytetään tähtiverkon rakentamiseen. (1, s. 32.)

Silta (Bridge)

Siltoja käytetään eri verkkojen liittämiseen toisiinsa ja samalla puskuroimaan ja suodattamaan eri verkkojen välillä kulkevaa liikennettä. Sillalla on reititystaulu, jonka mukaan se päästää läpi vastaanottamansa liikenteen. (1, s. 32.)

Kytkin (Switch)

Kytkin eli datakytkentäelin (DSE, Data Switching Equipment) on käytännössä silta, joka yhdistää eri verkon osia toisiinsa ja toimii jakajana tähtiverkossa. Kytkin toimii siten, että se tallentaa vastaanottamansa datapaketin osoitteen ja vertaa sitä sitten sisälle tallennetun osoitetaulun osoitteisiin. Jos taulusta löytyy sama osoite kuin datapaketilla, kytkin lähettää datapaketin eteenpäin samalla osoitteella merkittyyn porttiin. Jos osoitetta ei löydy taululta, kytkin lähettää paketin kaikkiin portteihin ja hävittää paketin, jonka lähettäjä- ja vastaanottajaportti on sama. (1, s. 33.)

Reititin (Router)

Reititin toimii yhdyskäytävänä eri verkkojen välillä ja lähiverkossa usein oletusyhdyskäytävänä. Reitittimelle lähetetään tavallisesti kaikki sellaiset ulkoisesta IP-verkosta tulevat datapaketit, joita ei ole osoitettu sisäiseen IP-verkkoon. Kun datapaketti saapuu reitittimelle, sen osoitetta verrataan osoitetauluun. Jos taulusta löytyy vastaava osoite, päästetään paketti läpi ja ohjataan oikeaan suuntaan, muussa tapauksessa se hävitetään. (1, s. 33.)

Yhdyskäytävä (Gateway)

Yhdyskäytävä on kahta eri verkkoa yhdistävä solmu. Se koostuu kahdesta DTE- ja DCE-elimestä, joiden välillä on verkkoasema. DTE- ja DCE-elimet on yhdyskäytävässä sijoitettu siten, että niitä on yksi kummallekin verkolle. (1, s. 33.)

Siirtolinkki

Siirtolinkki tarkoittaa signaalin siirtoon käytettävää siirtotapaa. Tavallisimpia siirtolinkkejä ovat erilaiset tiedonsiirtokaapelit ja näköyhteyteen perustuvat infrapunasignaalit. Myös langattomien yhteyksien sähkömagneettisia aaltoja voidaan pitää siirtolinkkinä.

4 Haastattelujen kysymykset

Haastatteluissa kysyttävien kysymysten päätettiin olevan ennalta määriteltyjä ja kaikille haastateltaville samoja, jotta haastateltavien vastaukset olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia. Kysymyksiä lähdettiin valitsemaan näkökulmasta, jossa yritetään selvittää SCN:n mahdollisen asiakkaan tarve teolliselle verkkolaitteelle ja laitteen soveltuvuus asiakkaan käyttötarkoitukseen ja ympäristöön. Myynnin näkökulmasta mitä paremmin tuote täyttää tai ylittää asiakkaan sille asettamat vaatimukset, sitä todennäköisemmin tuotteesta syntyy kauppa. Tässä osiossa esitetään tarkemmin haastatteluihin valitut kysymykset ja niiden perustelut.

Miksi päätitte hankkia verkon/tietojärjestelmän?

Tämä kysymys oli suunnattu kaikille verkkolaitteiden mahdollista hankintaa suunnitteleville yrityksille sekä myös yrityksille, joilla laite tai laitteita on jo käytössä. Kysymys oli olennainen, koska se mahdollisesti selvittää suoraan jo asioita, mitkä voivat olla mahdollisen asiakkaan tarpeita tämän haluamalle järjestelmälle.

Mitä vaatimuksia teillä on verkoille ja verkkolaitteille yrityksessänne?

Kysymys on tarkoitettu kaikille haastateltaville. Verkkoja ja niiden välisiä suhteita on paljon erilaisia, joten niiltä ja verkkolaitteilta voidaan vaatia eri käyttötarkoituksissa erilaisia ominaisuuksia. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää noita ominaisuuksia.

Kuinka laaja verkkonne on?

Kysymys oli suunnattu kaikille haastateltaville. Verkon laajuus on hyvä tietää, koska yksi reititin pystyy käsittelemään vain rajatun määrän läpimeneviä signaaleja ja tämä voi aiheuttaa haasteita todella laajojen verkkojen kanssa, missä erilaisia signaaleja on usein paljon. Ennen haastatteluja arvioitiin myös todella laajojen verkkojen kapasiteetin riittävyyden takaamiseksi olevan yrityksissä tehty erilaisia teknisiä ratkaisuja, joita olisi hyvä ottaa huomioon tutkimuksessa.

Kysymys poistettiin kahden ensimmäisen haastattelun jälkeen tarpeettomana tämän tutkimuksen tekijän perehdyttyä aiheeseen tarkemmin. Verkon laajuuden mahdolliset vaikutukset, kuten suurempi datavirta ja suurempi häiriöiden mahdollisuus, käsitellään muissa kysymyksissä työn lopputuloksen kannalta riittävän tarkasti.

Onko verkkolaitteiden tai tietoverkkojen toiminnassa ollut ongelmia ja jos on, niin millaisia?

Tämä kysymys oli suunnattu järjestelmän jo hankkineille yrityksille. Kysymyksen tarkoituksena oli saada tietoa uusien verkkolaitteiden toiminnasta, jota voitaisiin käyttää mahdollisesti vertailukohtana SCN:n omien tuotteiden myynissä. Kysymyksen valinnan taustalla oli ajatus, että selvitetäisiin asioita ja olosuhteita, joita tuotteiden hankintaa suunnittelevan asiakkaan olisi hyvä ottaa huomioon hankintaa tehtäessä. Kysymyksellä kerätyt tiedot voisivat alustavasti myös auttaa myyntiä löytämään asiakkaan uudelle hankinnalle laajempia perusteluita.

Kuinka suuria datavirtoja verkko joutuu käsittelemään yrityksessänne?

Kysymys oli suunnattu kaikille haastateltaville. Kysymyksen tarkoituksena oli selvittää liikkuvan tietomäärän kokoluokkaa erilaisissa ympäristöissä ja verkoissa. Tätä tietoa oli tarkoitus verrata eWON-tuoteperheen ominaisuuksiin, jotta saataisiin tietoa siitä, miten eWON soveltuu erilaisiin ympäristöihin käsittelykapasiteettinsa puolesta. Suuret datavirrat saattavat aiheuttaa haasteita verkon suunnittelussa sen toiminnan takaamiseksi.

Oliko verkkolaitteiden mekaanisessa asennuksessa toimintavalmiuteen jotain haasteita?

Kysymys oli suunnattu yrityksille, joilla järjestelmiä oli jo käytössä. Kysymys valittiin, koska SCN:n tuotteet ovat tietyllä tavalla muotoiltuja ja omaavat tietyt tekniset ominaisuudet ja tämä voi aiheuttaa haasteita joissakin asennusympäristöissä. Kysymyksellä pyrittiin myös keräämään taustatietoa myynnille tuotteiden soveltuvuudesta asiakkaan käyttöön.

Miten tietoturva on hoidettu yrityksessänne?

Kysymys oli suunnattu yrityksille, joilla tietoverkkoja oli jo käytössä. Aluksi kysymys oli varakysymyksenä, jos tästä aihepiiristä näyttäisi haastatteluissa syntyvän keskustelua ja koska tietoturva-asiat olivat ensimmäisten haastattelujen jälkeen nousseet korostetusti esille, kysymys päätettiin ottaa mukaan. Tietoturvasta huolehtiminen on usein erittäin tärkeää tuotannon verkoissa, koska verkon toiminta vaikuttaa usein suoraan tuotannon tehokkuuteen ja verkoissa liikkuu usein paljon todella arkaluontoista tietoa yrityksen prosesseista ja tuotteista. Tällä kysymyksellä pyrittiin selvittämään yleisesti käytössä olevia menetelmiä tietoturvan takaamiseksi ja mahdollisesti keräämään tietoa tietoturvavaatimuksista SCN:n tuotteille.

Onko teillä muuta lisättävää?

Tämä kysymys päätettiin lisätä kahden ensimmäisen haastattelun jälkeen, koska haastateltavat kertoivat myös paljon muiden kysymysten ulkopuolelta olennaisia asioita, jotka sopivat tämän tutkimuksen aihepiiriin.

5 Tietoverkkojen ja -järjestelmien hyödyt ja vaikutus

Kohdat 5–11 perustuvat tutkimuksessa toteutuneiden seitsemän haastattelun tuloksiin. Haastatellut yritykset esitellään liitteessä 1 ja haastattelupöytäkirja liitteessä 2.

5.1 Säästöt henkilöstökustannuksissa

Neljä haastateltua yritystä mainitsi säästöt henkilöstökustannuksissa pääsyyksi tietojärjestelmän hankkimiselle. Yritysten mukaan säästöjä tavoiteltiin henkilöstökustannuksista monilla eri tavoilla riippuen yrityksen liiketoiminnasta ja siellä olevista työtehtävistä.

Säästöt henkilöstökustannuksissa oli arvioitu monissa haastatelluissa yrityksissä siltä pohjalta, että ensin oli laskettu, kuinka paljon työntekijältä kuluu keskimäärin aikaa tietyn verkon avulla tulevaisuudessa suoritettavan työn suorittamiseen ilman verkkoa ja sitten tätä tietoa oli verrattu verkon avulla suoritettavan työn viemään aikaan. Näissä laskuissa oli otettu työntekijän ajankäytössä huomioon fyysisen työn tekemisen lisäksi myös mahdollinen työn takia matkustamiseen kuluva aika.

5.1.1 Etätyö

Työn fyysinen tekoaika voi lyhentyä tietoverkon avulla siten, että se eliminoi osan työvaiheista. Yritys 2 kertoi esimerkiksi tilanteesta, missä hajonnutta laitetta korjataan. Aikaisemmin, kun on ollut tarve saada tietoa jostain laitteesta korjauksia varten, on työntekijän pitänyt avata laitteen kansi ja manuaalisesti tutkia laitetta erilaisilla välineillä tai manuaalisesti hakea tietoa laitteella olevalta päätteeltä. Tietoverkon avulla voidaan saada työntekijälle kaikki tarvittava tieto laitteesta ilman mitään fyysisiä toimenpiteitä nopeasti etänä.

Joskus verkon avulla pystytään myös korjaamaan erilaisia tietojärjestelmien ongelmia ilman työntekijän fyysistä kosketusta. Esimerkiksi silloin, jos laitteen oma ohjelmisto vaatii päivitystä tai laite uudelleen käynnistystä, voidaan tämä usein tehdä verkkoon liitettylle laitteelle verkon kautta suoraan.

Nykyään verkon kautta pystytään myös usein helposti hallinnoimaan erilaisia laitteiden toimintoja ja keräämään tarkkaa tietoa meneillään olevista prosesseista reaaliaikaisesti. Verkkoon kytkettyä laitetta ei tarvitse erikseen työntekijän toimesta valvoa ja mitata, jos se voidaan tehdä tietoverkon kautta etänä, mikä säästää työntekijän työaika. Helpompi ja usein myös reaaliaikainen tiedonsaanti mahdollistaa helpomman prosessien ja laitekäyttöjen optimoinnin tuotannossa, mikä voi parantaa prosessien johtamisen tehokkuutta. Työajan säästössä on tärkeää ottaa huomioon, että säästetty aika voidaan yleensä ohjata työn organisoinnissa muihin työtehtäviin ja siten yrityksen tuotannon tehokkuus voi nousta.

Matkustamiseen liittyvä ajansäästö korostuu enemmän työssä, jossa työkohteissa ei käydä fyysisesti usein tai missä kohteet ovat kaukana toisistaan. Tällaisissa tilanteissa, jos työ voidaan suorittaa verkon kautta etänä, säästyvät kaikki matkustamiseen käytetty aika muuhun työhön. Esimerkiksi yritys 2 kertoi tilanteesta, missä verkkoa ja etäyhteyttä

oli käytetty radiomastojen teknisten toimintaongelmien ratkaisuun. Aikaisemmin ongelmatilanteen sattuessa Norjan vuoristossa olevalle radiomastoasemalle oli aina jouduttu lähettämään asentaja yrityksestä. Matka- aika työpisteelle oli tällöin työntekijällä useita tunteja varsinaisen työn suorittamiseen kuluneen ajan lisäksi ja yksi huoltokäynti vei aina käytännössä työntekijältä yhden kokonaisen päivän. Kun yritys asensi radiomastoihinsa etähallintajärjestelmän, osa entisistä asentajan tekemistä tavallisista huoltokäynneistä voitiin toteuttaa kokonaan etänä ja alle tunnin työprosessilla, jolloin saavutettiin huomattava aikasäästö ja työtehokkuuden parannus.

5.2 Henkilöstön käytön muutokset

Kaksi haastatelluista yrityksistä kertoi, että tietoverkon käyttöönotto tuotannossa oli muuttanut vanhoja työtehtäviä yrityksissä, mikä oli aiheuttanut aluksi haasteita työn organisoinnille. Käytettävissä olevan työvoiman lisääntyminen voi joskus tarkoittaa myös, että työtä ei enää ole fyysisesti tarjolla niin paljoa kuin aikaisemmin, mikä voi yrityksissä johtaa henkilöstövähennyksiin, jos uudelleen organisointia ei saada toteutettua.

5.3 Säästöt materiaalikustannuksissa

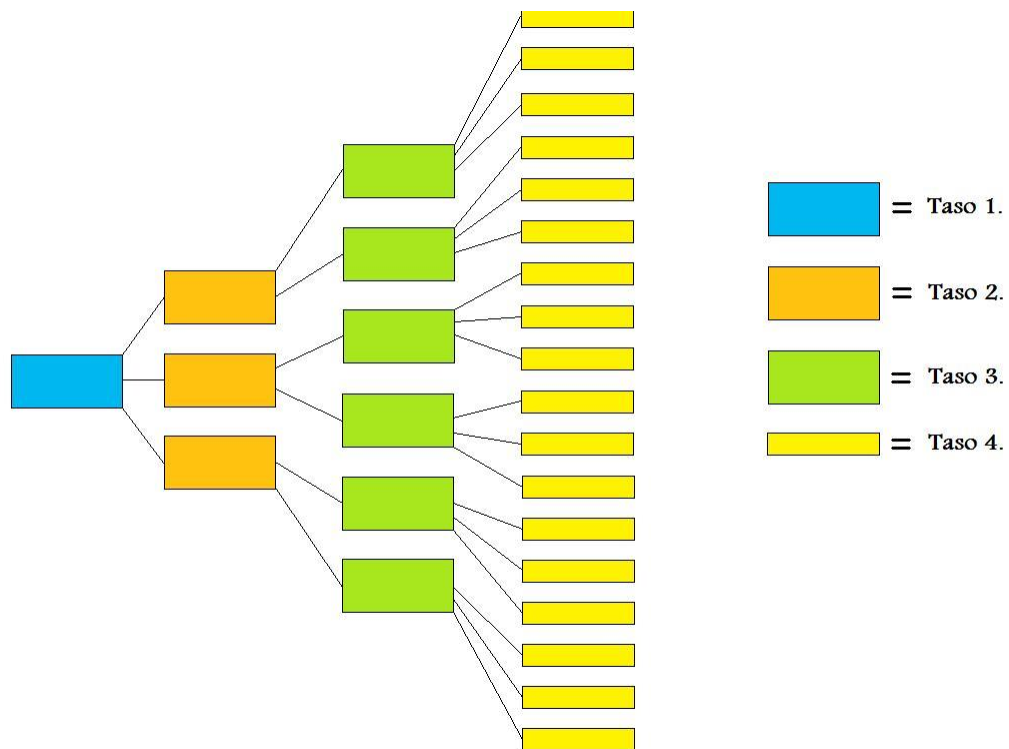
Kolme haastatelluista yrityksistä kertoi tietoverkon aiheuttaneen heille säästöjä materiaalikustannuksissa. Näitä säästöjä saattoi tulla esimerkiksi työkalu- ja ajoneuvohankinnoista. Yritys 2 kertoi esimerkin eräästä yrityksestä, jossa oli asentajille pitänyt hankkia aikaisemmin kalliita työkaluja ja mittalaitteita, että he voisivat huoltaa erilaisia järjestelmiä. Kun järjestelmät myöhemmin liitettiin tietoverkkoon ja etähallintajärjestelmään, pystyttiin osa asennustyöstä tekemään etänä ilman työkaluja ja työkaluihin kuluneet varat säästettiin.

Tietoverkon avulla toteutettava etähallinta voi aiheuttaa sen, että enää huoltoyrityksessä ei tarvita yhtä montaa asentajaa yhtä aikaa liikkeellä kentällä kaikkien työtehtävien suorittamiseksi. Tämä voi aiheuttaa sen, että yritykselle ei ole enää taloudellisesti yhtä kannattavaa hallita niin montaa ajoneuvoa kuin aikaisemmin, mikä voi aiheuttaa säästöjä, koska osasta ajoneuvoja voidaan luopua.

5.4 Helppo käyttäjätasojen määrittäminen myynnille

Yritys 2 nosti esille internetiin sijoitettujen käyttöliittymien eduista helpon käyttäjätasojen kerrostettavuuden ja määrittäksen. Yrityksen mukaan on yleistä, että nykyään asiakkaille, jotka jälleen myyvät maahantuojaan laitteita tarjotaan maahantuojaan omaa käyttöliittymäpalvelua, johon asiakas voi myydyt laitteensa liittää. Tällaisessa tilanteessa internetiin sijoitetun käyttöliittymän etu on, että maahantuoja voi tarjota päivitystuen ja käyttöliittymän hallinnan tuen itse suoraan ja asiakkaat voivat keskittyä vain omaan osaamiseensa.

Kuvassa 6 on esitetty yksinkertaistetusti tällainen käyttäjätasojen määrittäminen. Eri käyttäjätasot ovat ilmoitettu eri väreillä. Eri tasojen laatikoiden määrä on vain suuntaa antava eikä välttämättä jokaisessa tällaisessa ketjussa anna oikeaa kuvaa eri tasojen suuruusluokasta.



Kuva 6. Käyttäjätasojen kerrostaminen. Kuvassa eri tasot on kuvattu eri väreillä.

Taso 1 kuvassa 6 kuvaa pääkäyttäjiä. Tähän ryhmään kuuluvat ovat usein käyttöliittymäohjelmiston omistajat ja alkuperäisiä levittäjiä. Pääkäyttäjiä on kaikista käyttäjistä yleensä vähiten.

Taso 2 kuvaa käyttäjiä, joille pääkäyttäjä on antanut käyttöön oman järjestelmänsä toiseksi suurimman vastuun sisältävät käyttäjätilit. Tämän tason käyttäjät ovat esimerkiksi suuria tietoliikennealan yrityksiä, jotka toimittavat suuria laitemääriä pienemmille yrityksille.

Taso 3 kuvaa yleensä kooltaan tason 2 yrityksiä pienempiä välittäjäyrityksiä, joiden asiakkaita ovat loppuasiakkaat. Nämä yritykset jälleen myyvät usein laitteistoja joko yksityisasiakkaille tai yrityksille.

Taso 4 kuvaa koko tasoketjun viimeisiä loppuasiakkaita. Näitä ovat ne henkilöt tai yritykset, jotka ostavat verkkonsa muilta verkkopalveluiden tarjoajilta. Tämä käyttäjäryhmä on usein kooltaan todella suuri verrattuna vastuullisempiin tasoihin.

Myynnin kannalta kerrostaminen tuo mahdolliseksi myös laajemman laskutuksen, koska käyttäjätasoissa vastuullisemmat tasot voivat laskuttaa kaikkia heidän alapuolellaan olevia tasoja. Käytännössä tämä voi tapahtua esimerkiksi pääkäyttäjän kannalta siten, että pääkäyttäjä laskuttaa tason 2 käyttäjiä kaikesta tason liikenteestä, jolloin se voi saada tulosta kaikkien eri käyttäjätasojen asiakkailta samalla, kun välitasot tekevät myyntityön. Tämä on syy, miksi lähes kaikki haastatellut yritykset pyrkivät joko myymään laitteita, jotka voi liittää vain heidän omaan käyttöliittymäänsä tai pyrkivät luomaan oman käyttöliittymän omalle järjestelmälleen, jos heillä ei sellaista vielä ollut. Eri asiakkaiden pyrkimys luoda omia käyttöliittymiä voi luoda laitteistoja toimittaville yrityksille haasteita laitteiden yhteensopivuuden takaamisessa.

5.5 Haasteelliset toimintaympäristöt

Yritykset 2 ja 7 kertoivat yhdeksi syyksi tietoverkon hankinnalle ja toimintojen automatisoimiselle haasteellisen toimintaympäristön työntekijöille. Sähköinen mittaus ja valvonta voi olla turvallisempi ja käyttäjän kannalta helpompi ratkaisu työn suorittamiseksi ja tiedon keräämiseksi ympäristöissä, missä työpisteelle voi olla hankalaa päästä tai missä siellä voi olla jopa vaarallista työskennellä. Tällaisesta tilanteesta yritys 2 antoi esimerkiksi tuulivoimalan hallinnan ja ominaisuuksien mittauksen sen roottorin lapojen kärjestä voimalan ollessa toiminnassa. Yritys mittasi tärinää lapojen kärkiin asennetuilla antureilla reaaliajassa ja tällaista mittausta on todella haastavaa yrittää järjestää ilman tietoverkkoa.

5.6 Keskitetty data

Tietoverkkojen avulla datan varastoiminen ja analysoiminen on helppoa. Erityisesti yritykset, joiden tuotannon toiminta oli riippuvainen suurien tietomäärien sujuvasta käsittelystä, kertoivat datan keskittämisen olevat yksi pääsyy tietoverkkojen hankinnalle. Datan analysointi esimerkiksi tuotannon tehokkuuden parantamiseksi on helppoa, jos kaikki kerätty tieto löytyy selkeästi yhdestä paikasta kootusti. Esimerkiksi yrityksessä 3. tietoverkon avulla seurattiin tarkasti materiaalien liikkumista tuotannossa. Kun tiedettiin eri materiaalien kulutus ja liikkuminen pystyttiin tuotantoa optimoimaan tarkemmin.

6 Verkkojen ja verkkolaitteiden vaatimukset

6.1 Pitkä käyttöikä ja hyvä tekniikan päivitettävyyys

Pitkä käyttöikä ja hyvä tekniikan päivitettävyyys tulivat esille kahdessa haastattelussa. Pitkä käyttöikä ja hyvä päivitettävyyys takaavat sen, että laitteiden huolto- ja vaihtokustannukset pysyvät alhaalla laitteiston tekniikan pysyessä samalla kuitenkin myös ajan tasalla muun kehittyvän tekniikan kanssa.

6.2 Riittävän suuri tiedon päivitystaajuus

Riittävän suuri tiedon päivitystaajuus oli tärkeä ominaisuus yrityksissä, jotka olivat järjestäneet erilaisia mittauksia tai kulunvalvontaa tietoverkon kautta. Joissakin mittauksissa ja erityisesti kulunvalvonnassa voi olla tärkeää saada jatkuvaa ajantasaista tietoa kuljettua verkon sisällä. Koska suuri päivitystaajuus nostaa verkossa liikkuvan datan määrää, voi se aiheuttaa haasteita verkon kapasiteetin riittävyyden kannalta. Neljä haastelluista yrityksistä kertoi, että he olivat tehneet erityisjärjestelyjä, jotta verkon kapasiteetti oli saatu riittämään.

6.3 Käyttöympäristön vaatimukset

Monet haastatellut yritykset mainitsivat käyttöympäristön liittyvät vaatimukset tässä kohdassa, mutta lisäksi yritykset mainitsivat niitä myös paljon kysyttäessä verkkojen asennuksen huomioon otettavista asioista. Tästä syystä käyttöympäristön vaatimukset käsitellään tarkemmin kohdassa 9. "Huomioitavat asiat verkkojen asennuksessa".

6.4 Käyttöliittymän vaatimukset

Tietoverkoissa ja etähallintajärjestelmissä kulkevaa dataa ja niiden ohjaamia toimintoja hallitaan yleensä erillisen käyttöliittymän kautta. Tämä käyttöliittymä sijaitsee yleensä verkkoon liitettyllä päätteellä tai pilvessä.

Kolme haastatelluista yrityksistä nosti esille erillisiä vaatimuksia liittyen käyttöliittymään, jonka kautta verkon tietoliikennettä hallitaan. Käyttöliittymän kautta voidaan hallita yrityksen tuotannossa usein esimerkiksi tärkeitä prosesseja, jolloin sen käyttö on osa manuaalista työtä ja sen palvellessa mahdollisimman hyvin tarkoitustaan voidaan tuotanto organisoida sujuvammaksi. Palveluntarjoajat pyrkivät usein tarjoamaan käyttöliittymiä, jotka ovat helposti muunneltavissa erilaisten asiakkaiden erilaisiin tarkoituksiin.

6.5 Luotettavuus

Teollisissa tietoverkoissa erityisesti korostuu luotettavuuden merkitys, koska verkot voivat usein olla kriittinen komponentti tuotantoprosessin toiminnassa. Kaikki haastatellut yritykset toivat esille luotettavuuden yhtenä keskeisimmistä vaatimuksista verkoille ja suurin osa yrityksistä myös kertoi tuotantonsa olevan joko osittain tai kokonaan riippuvainen verkon toiminnasta ja siellä liikkuvasta tiedosta. Luotettavuuden takaamiseksi yritykset kertoivat käyttäneensä seuraavia toimenpiteitä:

- tärkeiden verkkojen langallisuus
- verkkojen eristäminen omiksi erillisiksi kokonaisuuksiksi
- kahdentaminen
- standardointi.

Langalliset verkot ovat yleensä vähemmän häiriöalttiita kuin langattomat, koska ne tavallisesti sisältävät vähemmän osia, mitkä ovat alttiita sähkömagneettiselle kytkeytymiselle. Koska langallisessa verkossa on yleisesti vähemmän häiriöitä, sillä voi olla kannattavampaa hallita tuotannon kriittisimpiä alueita jatkuvan hyvän laadun takaamiseksi. Tässä insinööriyössä sähkömagneettisia häiriöitä käsitellään kohdassa 7.2 ”Sähkömagneettiset häiriöt”.

Verkkoja oli eristetty omiksi kokonaisuuksikseen esimerkiksi yrityksessä 3. Yrityksen 3 tuotannossa oli paljon herkkiä mittalaitteita ja kalibrointilaitteita, mitkä olivat omissa verkoissaan erillään muun tuotannon verkoista, koska näin pystyttiin estämään mahdolliset laajemman verkon muista osista tulevat häiriöt.

Kahdentamisella tarkoitetaan yrityksen 2 mukaan useamman rinnakkaisen verkkolaitteen käyttämistä samaan aikaan samassa tehtävässä. Tällaisia järjestelmiä oli käytössä yrityksissä 4, 5 ja 6. Käyttämällä useampaa laitetta pyrittiin varmistumaan siitä, että verkko toimii mahdollisista yksittäisistä laitevicioista huolimatta. Kahdennetussa järjestelmässä laitevian sattuessa yhteen laitteeseen toinen laite pystyy edelleen jatkamaan toimintaansa ja siten verkon toiminta ei häiriinny.

Jotta verkkojen toiminnasta ja laitteiden yhteensopivuudesta toimintaympäristön ja muiden laitteiden kanssa voidaan varmistua, on laitteille usein asetettu erilaisia standardeja. Standardoitua toimintaa on myös usein helppo mitata. Yritys 4 kertoi kaiken toimintansa olevan tarkkaan standardoitua ja standardoinnin olevan valtion valvomaa.

7 Verkkojen ja verkkolaitteiden häiriöt

Erilaisia tavallisia käytännön häiriölähteitä käsitellään tarkemmin kohdassa 9. ”Huomioitavat asiat verkkojen asentamisessa”.

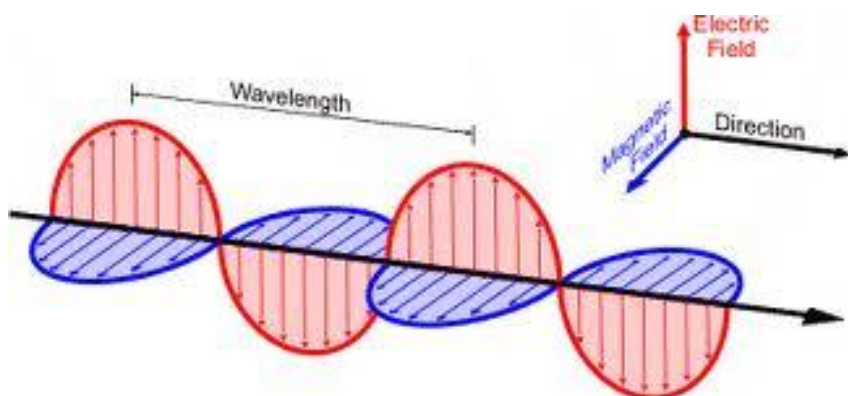
7.1 Kantomatkan riittämättömyys

Yritykset 1 ja 7 nostivat esille kantomatkan riittämättömyyden vastatessaan kysymyseen. Tilanteissa, joissa verkon avulla halutaan saada langattomasti yhteys johonkin kohteeseen, voivat etäisyydet muodostua haasteiksi sähkömagneettisen aallon vaimeenemisen takia.

Laitteen lähettämän sähkömagneettisen säteilyn kenttä voidaan jakaa säteilyn aallonpituuden mukaan lähi- ja kaukokenttään. Lähi- ja kaukokentän raja riippuu paljon lähettävästä laitteesta, joten tarkka raja voidaan selvittää vain mittauksilla. Yleinen ohje kenttien rajan löytymiselle on, että kaukokenttä on paljon kauempana säteilylähteestä kuin yksi säteilyn aallonpituus. Lähikentässä säteilyn teho laskee etäisyyden kasvaessa säteilylähteestä yleensä nopeasti ja kaukokentässä hitaasti, minkä takia etäisyyden kasvattaminen säteilylähteeseen on usein tehokas keino vähentää muusta säteilystä johtuvien häiriöiden kytkeytymistä. Tarkemmin erilaisista häiriöiden kytkeytymistavoista kerrotaan kohdassa 7.2 ”Sähkömagneettiset häiriöt”. (2, s. 25.)

7.2 Sähkömagneettiset häiriöt

EMI (Electro Magnetic Interference) tarkoittaa erilaisia sähköisten signaalien sähkömagneettisia häiriöitä. Jotta näitä häiriöitä voidaan ymmärtää, selvitetään ensin hieman johtimien ja sähköisten signaalien teoriaa. Kuvassa 7 on kuvattu sähkövirran, magneettikentän ja sähkökentän suhde.



Kuva 7. Virran synnyttämät sähkö- ja magneettikentät. Musta nuoli kuvaa virtaa, punainen aalto sähkökenttää ja sininen aalto magneettikenttää (3).

Kuten kuvasta 7 voidaan havaita, sähkövirta muodostaa ympärilleen magneettikentän ja sähkökentän, jotka ovat kohtisuorassa toisiaan vastaan. Sekä sähkökentän että magneettikentän voimakkuus on suoraan verrannollinen virran määrään. Sähkötekniikassa tietoa voidaan siirtää sähköisessä muodossa virran lisäksi myös sähkö- ja magneettikentän avulla.

Sähkömagneettiset häiriöt jaetaan tavallisesti kytketymistavan mukaan neljään eri päätyyppiin:

- induktiiviset häiriöt
- kapasitiiviset häiriöt
- muusta säteilystä johtuvat häiriöt
- galvaaniset häiriöt.

(2, s. 25.)

Induktiivisilla häiriöillä tarkoitetaan häiriöitä, jotka siirtyvät johtimesta toiseen magneettikenttää pitkin. Faradayn induktiolain mukaan virtasilmukkaan syntyy jännite, kun se joutuu muuttuvaan magneettikenttään. Vaihtovirta synnyttää muuttuvan magneettikentän ympärilleen. Laajemmat johdinsilmukat ovat herkempiä ottamaan vastaan induktiivisia häiriöitä kuin kapeat, koska induktiivisen kytketymisen voimakkuus on riippuvainen vastaanottavan johdinsilmukan pinta-alasta. (2, s. 26.)

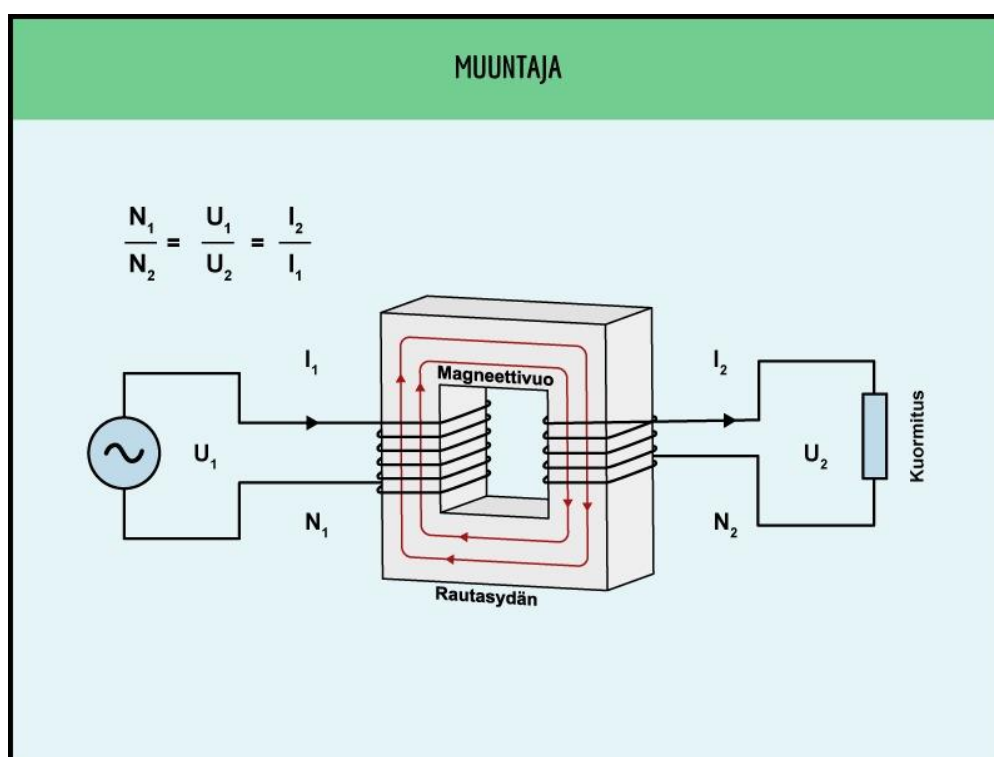
Kapasitiivisilla häiriöillä tarkoitetaan häiriösignaaleja, jotka siirtyvät johtimesta toiseen johtimien välistä sähkökenttää pitkin. Tällaisia häiriöitä syntyy usein, jos tietoverkon johtimien lähellä on sähköverkon suurijännitteisiä vaihtojännitejohtimia. Käytännössä kaksi läheistä johdinta muodostavat välilleen kondensaattorin, jonka läpi häiriö siirtyy johtimesta toiseen. Kapasitiiviset häiriöt voimistuvat suurilla taajuuksilla, jolloin kytketyminen on voimakkaampaa. (2, s. 25–26.)

Häiriöt verkossa voivat johtua myös muusta säteilystä. Tällaisia häiriöitä syntyy erityisesti, kun häiriölähteet säteilevät radiotaajuuksilla. Häiriöt kytkettyvät verkkoihin, koska pitkät johtimet voivat toimia signaalin johtamisen lisäksi myös antennina. Erityisen voimakkaita tällaiset häiriöt ovat silloin, kun verkon johdin on häiriösignaalin aallonpituuden puolikkaan tai sen kerrannaisen pituinen. (2, s. 26.)

Galvaaniset eli johtuvat häiriöt tulevat järjestelmään usein muista verkoista ja johtimista suoraan ja yleisimpiä tällaisten häiriöiden syitä ovat huonosti toteutetut kytkennät tai huono maadoitus. Huonossa kytkennässä jostain johtimeen kytkettyneestä toisesta johtimesta voi päästä johtumaan järjestelmään ylimääräistä signaalia. Jos maadoitus on yhteinen monen eri järjestelmän välillä, voivat siihen kytkettyjen johtimien paluuvirrat aiheuttaa maapotentiaalin hetkellistä vaihtelua, joka näkyy häiriöinä järjestelmissä (2, s. 27.)

Yrityksien 4 ja 5 mukaan galvaanista erotusta käytettiin lähinnä salamaniskujen aiheuttamien häiriöiden ehkäisemiseksi. Yrityksessä 4 oli esimerkiksi satoja galvaanisesti erotettuja osia verkoissa. Galvaaninen erotus tarkoittaa käytännössä sitä, että virtapiirin eri osien välillä ei ole yhteistä potentiaalia eli niiden välillä ei voi kulkea tasavirtaa. Erotuksen yli on kuitenkin mahdollista siirtää virtaa vaihtovirran avulla käyttämällä hyväksi induktiivista, kapasitiivista tai säteilevää kytkeytymistä. Salaman aiheuttaman askeljännitteen vaikutusta voidaan pienentää galvaanisella erotuksella, koska siinä erotettu puoli ei kytkeydy maahan.

Muuntaja on tavallinen esimerkki galvaanisesta erottamisesta, jossa kytkentä tapahtuu induktiivisesti. Kuvassa 8 on kuvattuna yleinen muuntajan toimintaperiaate.



Kuva 8. Muuntaja (4).

Muuntaja toimii siten, että siinä oleva ensi puolen käämi (kuvassa vasemmalla) indusoi virtaa toisi puolen käämiin (kuvassa oikealla) rautasydäntä pitkin kulkevan magneettikentän avulla ilman, että käämit ovat fyysisesti kosketuksissa toisiinsa. Koska tasavirta synnyttää vain tasaisen muuttumattoman magneettikentän, sen magneettikenttä ei voi indusoida virtaa käämistä toiseen. Kuvassa N tarkoittaa muuntajan käämin kierrosten lukumäärää, U jännitettä ja I virtaa. Muuntajaa voidaan käyttää myös muuntamaan sen

läpi kulkevan virran tai jännitteen määrää, jolloin käämien välinen virran muuntosuhde on suoraan verrannollinen käämien kierrosten lukumäärään.

Optoerotinta voidaan käyttää signaalin siirtämiseen kahden galvaanisesti erotetun piirin välillä. Optoerotin koostuu tavallisesti LEDistä ja fototransistorista ja siinä signaali siirretään ilman galvaanista kytkentää sytyttämällä lediä. Fototransistori on komponentti, joka aiheuttaa jännitteen, jos siihen kohdistuu näkyvän valon aallonpituudella sähkömagneettista säteilyä ja optoerottimessa tämä osa ottaa vastaan LEDin lähettämän valon muodostaen erottimen toiseen napaan jännitteen. (5.)

7.2.1 Maadoitus

Maadoitus on tärkeä keino häiriöiltä suojautumisessa, koska sen avulla voidaan luoda piirejä, jotka ohjaavat osan häiriösignaaleista pois verkkolaitteista. Yleensä tämä toteutetaan yhdistämällä laitteen tai johtimen kuori maapallon sähköiseen potentiaaliin, jolloin kuori ottaa vastaan ulkoa mahdollisesti laitteeseen kytkeytyviä häiriöitä ja siirtää ne laitteen ohi maahan, jolloin ne häviävät. (6.)

Huonosti toteutettu maadoitus on yksi yleisimmistä syistä galvaanisille häiriöille. Jos maadoitus on alimitoitettu ja samaan maahan on kytketty useita piirejä, voi yhteen piiriin päästä maata pitkin kytkeytymään muista siihen kytketyistä piireistä tulevia signaaleja. (6.)

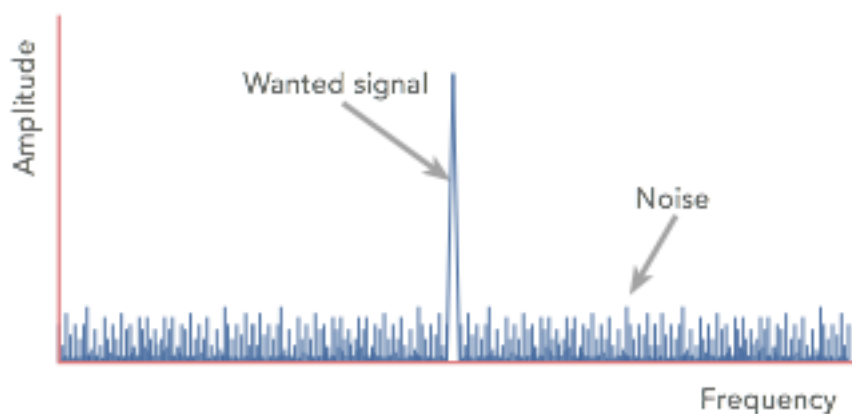
7.2.2 Kohina

Signaalin sisältämää häiriötä voidaan kutsua myös kohinaksi. Otsikon EMI alla mainittujen sähkömagneettisten häiriöiden lisäksi kohinaa signaaleihin synnyttävät myös monet luonnolliset ilmiöt. Kaikissa sähköisissä signaaleissa on kohinaa.

Väliaineen nollapistefluktuaatiot eli ns. kvanttikohina synnyttää kohinaa kaikkiin signaaleihin. Nollapistefluktuaatio tarkoittaa kvanttifysiikan ilmiötä, missä tilassa olevassa aineessa kvanttihiukkasia syntyy ja katoaa itsestään koko ajan. Tämä aiheuttaa aineeseen pientä hiukkasten liikettä, mikä vaikuttaa myös signaalia kantavien hiukkasten liikkeeseen synnyttäen kohinaa. (6.)

Lämpökohinaksi kutsutaan kohinaa, mikä syntyy väliaineen lämmitessä eli sen hiukkasten lämpöliikkeen kasvaessa. Kun signaalia kantavaa väliainetta lämmitetään, myös signaalia kantavat hiukkaset saavat tällöin lämpöliikettä ja tämä näkyy kohinana. Materiaalin lämpökohinan voimakkuus on verrannollinen sen lämpötilaan. (2, s. 33–35.)

Signaalin laatua kuvataan signaali-kohinasuhteella, josta usein käytetään englannin kielestä ilmaisusta johdettua lyhennettä S/N tai SNR (Signal to Noise Ratio). Signaali-kohinasuhde lasketaan jakamalla signaalin teho sen kohinatason teholla. Käytännössä tämä tarkoittaa, että mitä suurempi luku SNR on, sitä alkuperäisemmän kaltainen vastaanotettu signaali on. Kohinan teho voidaan mitata esimerkiksi spektrianalysaattorilla. Kuvassa 4. on kuvattu tavallinen sähköisen signaalin spektrin muoto (7).



Kuva 9. Kohinan spektri (8).

Spektrianalysaattori toimii siten, että se mittaa vastaanotetun signaalin tehon valitun taajuuskaistan kaikilla taajuuksilla, jolloin taajuuskaistasta voidaan muodostaa spektri. Kuvassa 9 kuvatussa spektrissä varsinainen signaali näkyy korkeana piikkinä omalla taajuudellaan ja kohina pieninä piikkeinä kaikilla kaistan taajuuksilla. Myös varsinainen signaali sisältää kuvassa kohinan. Jos kohinan taso nousee yhtä korkealle kuin varsinaisen signaalin taso, katoaa varsinainen signaali kohinaan ja tulee mahdottomaksi erottaa. (2, s. 96.)

7.3 Ohjelmistojen ongelmat

Yritykset 2 ja 7 mainitsivat yhdeksi tavallisimmista tietojärjestelmien ongelmista erilaiset ohjelmistojen toimintaan liittyvät ongelmat. Yritykset kertoivat, että ongelmia esiintyi ta-

vallisesti sekä laitteiden sisäisissä ohjelmistoissa että myös käyttöjärjestelmissä. Tavallisimmat laitteiden sisäisten ohjelmistojen ongelmat liittyivät laitteiden päivittämisen hankaluuteen. Yrityksen 2 mukaan laitteet eivät aina ottaneet vastaan päivityksiä.

Käyttöjärjestelmien ongelmat johtuivat yrityksen 7 mukaan usein eriaikaisesta eri tietojärjestelmien päivityksestä. Yrityksellä oli käytössä tuotannossaan useita erilaisia tietokoneohjelmia, joiden oli kommunikoitava keskenään, jotta tuotanto toimisi. Kun yhtä näistä ohjelmista päivitettiin, saattoi joskus käydä niin, että päivitetty ohjelma ei enää ollut yhteensopiva kaikkien muiden ohjelmien kanssa, mikä aiheutti haasteita tietoverkkojen toimintaan.

7.4 Laiteviat

Kaikki verkkolaitteet on valmistettu materiaaleista, jotka kuluvat jatkuvassa käytössä. Ajan myötä eri komponenttien sähkökemialliset ominaisuudet voivat muuttua, mikä aiheuttaa muutoksia komponenttien toimintaan. Tätä ilmiötä voimistaa komponenttien jatkuva pieneneminen ja monimutkaistuminen tekniikan kehittyessä, mikä voi tehdä niistä alttiimpia häiriöille ja kulumiselle. Kaikki haastatellut yritykset mainitsivat laiteviat yleisimmäksi ongelmaksi tietoverkkojensa toiminnassa.

8 Datavirtojen koko eri verkoissa

8.1 Pienet datavirrat

Pieniä datavirtoja oli sellaisissa haastateltujen yritysten järjestelmissä, joissa verkkoa käytettiin lähinnä siirtämään ohjauskomentoja tai tekstimuotoisia pieniä tietopaketteja. Esimerkiksi yrityksen 3 tuotannossa verkkoa käytettiin välittämään eri työpisteille tietoa tilauksista työntekijöiden valmistettavaksi. Pienet datavirrat ovat myös tyypillisiä toimistoverkoissa, joissa dataa lähetetään satunnaisesti paketeissa ja se on usein tekstimuotoista.

8.2 Suuret datavirrat

Suuria datavirtoja oli sellaisten yritysten verkoissa, joilla oli useita suuria yhtäaikaista reaaliaikaisia seurantajärjestelmiä ja joiden verkoissa liikkui paljon suuria tiedostoja. Reaaliaikaisessa järjestelmässä tiedon lähetystaajuus on suuri, mikä vie paljon kapasiteettia verkolta. Tyypillinen suuren kuormituksen verkko oli yrityksillä usein sellainen, missä siirrettiin paljon korkealaatuisia kuvia. Esimerkkeinä tällaisesta yritykset 3 ja 5 kertoivat omista kulunvalvontajärjestelmistään, joiden kameravalvonta toiminnoissa liikkui paljon laadukasta reaaliaikaista kuvaa. Yrityksessä 4 oli myös osasto, joka tuotti yrityksen käyttöön paljon korkeatasoisia kuvatiedostoja ja jonka käyttämä verkko oli eristetty kokonaan muusta verkosta yleisen kuormituksen vähentämiseksi.

Odottamaton esimerkki suurista hetkellisistä datavirroista tuli yritykseltä 5, joka kertoi, että yksi heidän suurimmista verkkokapasiteettia kuluttavista verkoistaan oli heidän asiakkaidensa käyttöön tarkoitettu vieras WLAN. Yritys kertoi, että koska nykyään yleisesti käytössä olevissa älypuhelimissa päivitykset ovat usein asetettu tehtäviksi puhelimen käyttäessä WLAN-verkkoa, suuri yhtäaikainen asiakkaiden liittyminen verkkoon on joskus aiheuttanut jopa verkon kaatumisen monien puhelimien alettua päivittämään ohjelmiaan samaan aikaan.

8.3 Palveluiden datavirtarajoitukset

Yritykset 2, 4 ja 5 mainitsivat erääksi dataliikenteen haasteeksi käyttämiensä verkkopalveluiden datavirtarajoitukset. Verkko-operaattorit tavallisesti rajoittavat tarjoamiensa liittymien datavirtaa yritystasolla taatakseen lähetyksistä riittävyyden. Usein operaattorit myös laskuttavat enemmän asiakkaitaan datavirtojen kasvaessa, mikä voi aiheuttaa paljon kustannuksia yrityksissä, missä datavirrat ovat todella suuria.

9 Huomioitavat asiat verkkojen asentamisessa

9.1 Ympäristön vaatimukset

Tämä osio koostuu kysymyksiin 2, 3 ja 5 tulleista vastauksista. Eri kysymyksissä haastateltavat nostivat esille samaan aihepiiriin liittyviä asioita, joten nämä asiat päätettiin

käsitellä kootusti samassa kohdassa. Asennusympäristöllä voi olla suuria vaikutuksia laitteiden tarvittavaan suojaustekniikkaan ja sijoitteluun. Haastatteluissa yritykset mainitsivat seuraavia asioita, joita ne olivat ottaneet huomioon asennuksissa:

- salamointi
- lämpötilat
- kosteus ja meri-ilma
- eläinten aiheuttamat ongelmat
- moottorit
- tutkan väistö.

Salamointi on tietoverkoille haitallista pääasiassa sen sisältämien suurien virtojen kautta. Kun salama iskee, muodostuu hetkellisesti suuri virran purkaus, joka muodostaa ympärilleen suuren hetkellisen magneettikentän ja sähkökentän, joiden kautta salaman tehoa voi kytkeytyä suojaamattomiin sähkölaitteisiin. Joskus salaman iskiessä maahan tai rakenteisiin voi sen sisältämä sähkö kytkeytyä myös galvaanisesti johtimiin. SalamanisUILTA verkkoja suojataan erilaisilla maadoituksilla ja galvaanisella erottamisella ja nämä asiat on hyvä ottaa huomioon asennuksissa.

Yrityksissä 5, 6 ja 7 laitteiden hankinnoissa ja asennuksissa oli erikseen kiinnitetty huomiota niiden lämpötilojen sietoon. Kaikissa näissä yrityksissä osa verkkojen osista oli kosketuksissa ulkoilman kanssa ja koska Suomessa vuotuiset lämpötilan vaihtelut ovat melko suuria, vaaditaan täällä sellaisilta laitteilta myös enemmän kestävyyttä. Kova kuumuus esimerkiksi suorassa auringonpaisteessa voi aiheuttaa verkkolaitteen ylikuumenemisen. Lämpeneminen on ongelmallista myös johtimissa, koska lämpöliikkeen vaikutus nostaa niiden resistanssia. Laitteiden riittävä viileys voidaan taata valitsemalla varjoinen asennuspaikka tai asentamalla laitteisiin erillinen jäähdytys.

Kova kylmyys talvisin oli yrityksen 5 mukaan tavallinen verkkohäiriöiden aiheuttaja heidän toiminnassaan. Kylmässä laitteiden komponenttien ja erityisesti akkujen sähkökemialliset ominaisuudet muuttuvat, mikä voi aiheuttaa niiden toimintaan häiriöitä. Kylmyys myös herkästi tiivistää vettä komponenttien pinnalle, mikä voi aiheuttaa oikosulkuja ja korroosiota, jos komponentteja ei ole asianmukaisesti suojattu. Kylmyys voidaan välttää

sijoittamalla laitteita lämpimiin paikkoihin tai asentamalla lämmittimiä laitteisiin. Lämmittimiä asentaessa on tosin usein haasteena niiden tavallisesti kohtalaisen suuri virrankulutus.

Yritys 6 kertoi, että heidän ulkoilmaan sijoitetut verkkolaitteensa tavallisesti kestävät toimintakuntoisina lyhemmän aikaa kuin valmistajat lupaavat. Tähän yritys kertoi syyksi suolaisen ja kostean meri-ilman läheisyyden tuotannossaan, josta tiivistynyt suolainen kosteus ruostuttaa laitteita. Suola toimii katalyyttinä ruostumisreaktiossa.

Joskus myös eläimistö voi aiheuttaa ongelmia ulkoilmaan sijoitettuihin verkkolaitteisiin. Monet eläimet kuulevat myös heikkoja ääniä, joita sähköisistä kytketymisistä voi aiheutua tai luonnollisesti aistivat sähkökenttiä. Verkkolaitteiden toiminta voi täten häiritä eläimiä, ja ne saattavat yrittää poistaa häiriön koskettamalla fyysisesti laitetta. Yrityksen 6 mukaan yleisin heidän verkoissaan oleva häiriö johtui ulos sijoitettujen verkkolaitteiden kaapeleiden katkeamisista, kun linnut nokkivat niitä poikki. Eläimistön vaikutuksen verkkolaitteisiin voi minimoida kiinnittämällä siihen huomiota laitteiden sijoittelussa.

Sähkö- ja polttomootorit ovat tavallisia verkkohäiriöiden lähteitä tuotantoympäristöissä. Esimerkiksi yrityksissä 3 ja 5 oli verkkolaitteiden sijoittelussa erikseen otettu huomioon moottoreiden läheisyys.

Sähkömoottori toimii siten, että sen sisällä akselin ympärillä oleviin käämeihin syötetään virtaa. Tämän virran aiheuttama magneettikenttä vetää puoleensa akselissa olevia magneetteja, mikä saa akselin pyörimään, kun virtaa syötetään käämeihin järjestyksessä. Suuritehoisissa moottoreissa käyttövirrat voivat olla todella suuria, mikä aiheuttaa moottorien jatkuvan käämien kytkemisen seurauksena suuria muuttuvia magneettikenttiä ja sähkökenttiä. Nämä kentät kytkeytyvät herkästi verkkolaitteisiin aiheuttaen häiriöitä.

Polttomootoreista aiheutuvat häiriöt johtuvat niiden sytytystulpista. Sytytystulpan sytytysvirtana käytetään tavallisesti suurta lyhytaikaista virtapiikkiä, joka muodostaa ympärilleen suuret sähkö- ja magneettikentät. Nämä kentät aiheuttavat häiriöitä kytkeytyessään verkkolaitteisiin.

Tutkat ovat käytännössä suuritehoisia radiolähettäjiä, joiden lähettämä signaali kytkeytyy herkästi säteilemällä verkkolaitteisiin. Yritys 6 kertoi, että yleensä tutkien käyttöä on rajoitettu alueella, missä on paljon tietoverkkoja, mutta joskus huolimaton toiminta voi

johtaa siihen, että tutka on toiminnassa, vaikka sen käyttö on kielletty. Yrityksessä 6 osa tuotannosta sijaitsi alueella, missä oli mahdollisuus joutua tutkasignaalin vaikutuspiiriin ja tästä syystä tärkeimmät verkot olivat heillä suojattu erityisesti myös tutkista johtuvilta häiriöiltä, jotta toiminnan jatkuvuudesta voitiin paremmin varmistua.

9.2 ESD-alueet tuotannossa

Yrityksen 3 tuotannossa oli paljon ESD-suojattuja alueita. ESD (Electrostatic Discharge) tarkoittaa staattisen sähköön purkausta, jotka voivat olla joillekin herkille yrityksen 3 tuotannossa käsiteltäville komponenteille ja mittalaitteille erittäin haitallisia. ESD- purkauksessa jo 40 V:n jännite voi riittää rikkomaan pienen CMOS-transistorin ja esimerkiksi pelkässä ihmisen hermostossa on keskimäärin 50 V:n jännite. Ihminen tuntee keskimäärin vasta 5 kV:n jännitteen suuruisen purkauksen kipuna.

ESD-suojaus on toteutettu yrityksen 3 tuotannossa siten, että kaikki käytetty materiaali on suunniteltu niin, että se siirtää pinnastaan varausta maadoitukseen, jolloin varauksen keskittymiä, joista jännitepiikkejä pääsisi syntymään, ei synny. Käytännössä tämä tarkoittaa kaikkien tuotannon työkalujen, työtasojen, huonekalujen, työvaatteiden ja lattioiden suojausta.

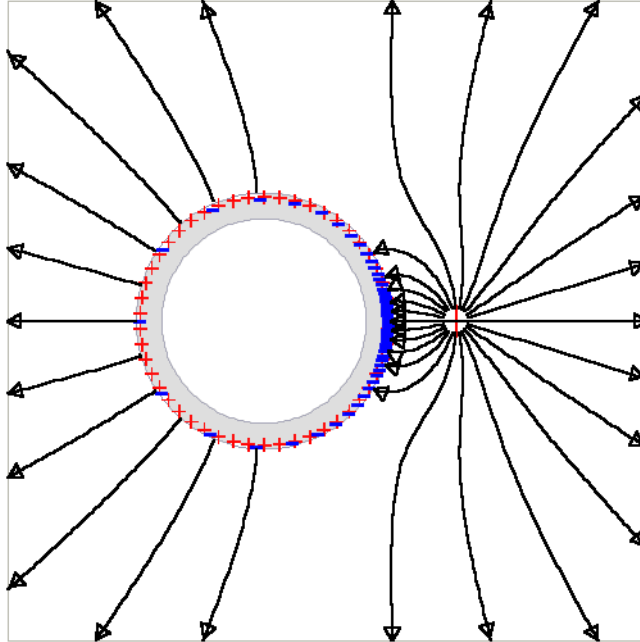
ESD-suojatut alueet asettavat paljon rajoituksia erilaisten sähkölaitteiden ja järjestelmien asentamiselle. Yrityksessä 3 verkkopäätteet oli suunniteltu omiksi kokonaisuuksikseen suojatuille työpisteille ja niiden kuoret olivat erikseen suojamaadoitettu.

9.2.1 Faradayn häkki

Faradayn häkiksi kutsutaan ilmiötä, jossa hyvin sähköä johtava yhtenäinen kuori vaimentaa sen läpi kulkevaa sähkömagneettista säteilyä. Ilmiö on nimetty Michael Faradayn mukaan, joka ensimmäisenä rakensi tällaisen kuoren. Nykyään Faradayn häkkiä käytetään paljon erilaisissa herkkien sähköisten komponenttien ja järjestelmien suojauksissa ulkoisilta sähkökentiltä, mutta joissakin tapauksissa myös erilaiset rakenteet voivat muodostaa sen. (9.)

Faradayn häkin toiminta perustuu ilmiöön, jossa ulkoisen sähkökentän häkin johtavan kuoren pintaan synnyttämät varaukset sijoittuvat siten, että ne kumoavat toisensa kuoren

sisällä. Koska varaukset kumoavat toisensa, kuoren sisällä olevan kokonaisvarauksen summa on nolla ja sähkökenttää ei synny. Kuvassa 10 ympyrä kuvaa Faradayn häkkiä, johon osuu ulkoinen sähkökenttä. (9.)



Kuva 10. Faradayn häkin toimintaperiaate. Kuvassa häkki on kuvattu ympyrän muotoisena (10).

Kuten kuvasta 10 voidaan havaita, sähkökentän häkin pintaan aiheuttamat varaukset siirtävät kentän käytännössä sen ympäri. Kuvasta käy ilmi myös negatiivisten ja positiivisten varausten sijoittuminen häkin joutuessa sähkökenttään.

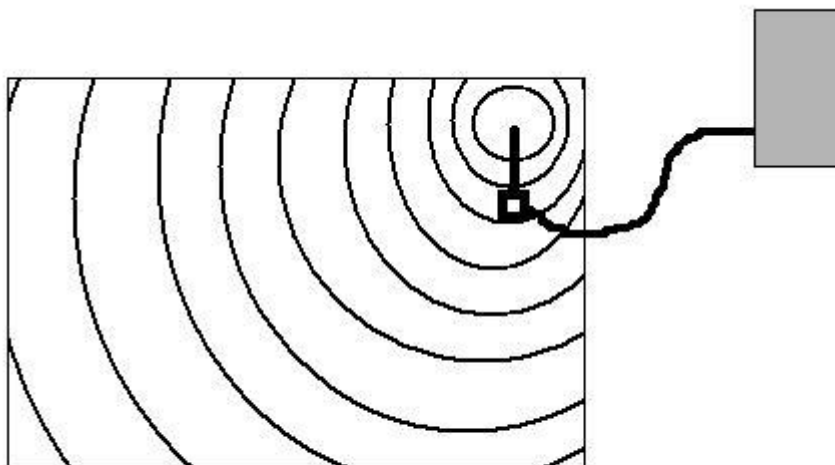
Jotta häkki estäisi säteilyn läpipääsyn, on sen reikien halkaisijan oltava selkeästi pienempiä kuin estettävän signaalin aallonpituus. Tämä mahdollistaa myös sellaisten häkkien rakentamisen, jotka estävät vain matalampitaajuisien signaalien läpipääsyn mahdollistaen kuitenkin samalla esimerkiksi kommunikaation häkin läpi korkeataajuisilla signaaleilla. (9.)

9.3 Antennin sijoittelu

Faradayn häkkeitä kierretään erilaisissa tuotantoympäristöissä viemällä johtimella säteilylähteiden antenniä häkin kuoren läpi suojattua kanavaa pitkin. Tällaisessa tilanteessa

antenni säteilee vain tietyllä tarkasti määritellyllä kaistalla häkin sisällä ja häkki vaimentaa kaikki muut kaistat.

Kuvassa 11 harmaa laatikko kuvaa Faradayn häkin ulkopuolelle sijoitettua säteilylähdettä, josta on vedetty johtimella antenni häkin sisäpuolelle. Tällainen asennustapa oli yleinen yritys 3:n ESD-suojatussa tuotannossa, jossa varsinaisten verkkokeskusten ja sähkökeskusten sijoittelu oli tarkoin säädeltyä suojausstandardin noudattamiseksi.



Kuva 11. Antenni ja Faradayn häkki.

9.4 Asennusvastuu

Kolme haastatelluista yrityksistä kertoi hoitavansa kaiken verkkolaitteiden asennuksen ja huoltamisen itse. Yritykset kertoivat, että nykyään laitteet ovat kehittyneet usein niin yksinkertaisiksi, että itseasennus on tavallisesti helppoa. Nykyään myös tietotekniikka-osaaminen kasvaa yrityksissä usein nopeasti, joten niillä usein on jo työvoimaa, joka osaa asennuksen tehdä, jolloin ulkoista asentajaa ei tarvita. Yritys 2 sanoi, että heidän kokemuksensa mukaan 99 % heidän kohtaamistaan yrityksistä on sanonut asentavansa laitteistot itse, mutta tämän tutkimuksen perusteella näin oli vain noin puolessa yrityksistä. Itseasennuksen osuutta arvioitaessa on hyvä ottaa tosin huomioon, että tämän tutkimuksen otanta on todella kapea yritysten kokonaismäärään nähden eikä se siten välttämättä anna tarkkaa kuvaa osuuksista. Yritykset, jotka eivät asentaneet laitteistoja itse, olivat ulkoistaneet asennuspalvelun.

10 Tietoturvaratkaisut

10.1 Verkojen erottelu

Kaikki haastatellut yritykset kertoivat, että heillä on käytössä erilaisia toisistaan erotettuja verkkoja. Häiriöiden verkosta toiseen kulkeutumisen estämisen lisäksi tällä pyrittiin estämään myös ei-toivotun verkkoliikenteen leviäminen. Verkkoihin ja niiden sisältämiin tietoihin on myös hankalampaa päästä käsiksi ulkoa päin, jos verkossa on paljon eri osia. Kaikkien haastateltujen yritysten tuotannon kannalta kriittisimmät verkot olivat pelkästään langallisia ja ne olivat erotettu fyysisesti täysin muista verkoista.

10.1.1 Palomuuuri

Kaikissa haastatelluissa yrityksissä eri verkkoja oli erotettu toisistaan palomuuureilla. Palomuuuri on järjestelmä, jonka tehtävä on suodattaa sen läpi kulkevaa tietoliikennettä tarkastamalla siitä seuraavat asiat:

- saapuvan lähetyksen IP-osoite
- saapuvan lähetyksen TCP/UDP-portti
- lähetyksen vastaanottajan IP-osoite
- lähetyksen vastaanottajan TCP/UDP-portti.

Mikäli tarkastetut asiat täsmäävät palomuuuriin ohjelmoitujen vertailutietojen kanssa, lähetyks läpäisee muurin. Jos tarkastetut asiat ovat eri kuin vertailutiedot, lähetyks hylätään. Palomuurit voivat olla joko erillisiä tietokoneohjelmia tai fyysisiä laitteita. (11, s. 3–4.)

10.2 IPv4 ja IPv6

IP (Internet Protocol) on tietoliikenteessä liikkuvien datapakettien osoitteita määrittävä protokolla. IP:n avulla datapaketeille annetaan IP-osoitteet, joiden avulla paketit ohjataan tietoverkon läpi lähettäjältä vastaanottajalle. IP mahdollistaa käytännössä kaiken internetin verkkoliikenteen toiminnan. Ipv4 ja Ipv6 ovat IP:n eri versioita, joista Ipv4 on käytössä yleisemmin. Versioiden ero on, että Ipv6 osoitteet ovat pidempiä kuin Ipv4, jonka takia sitä käytävässä järjestelmässä eri osoitteita voi olla enemmän. (12.)

Yritykset 5 ja 6 kertoivat haastatteluissa erikseen rajoittaneensa IP:n avulla heillä käytössä olevien langattomien verkkojen käyttöä. Yrityksissä vain tietyn IP-osoitteen omaavat signaalit pystyivät etenemään verkossa, millä voitiin estää ulkopuolisten signaalien pääsy verkkoon.

10.3 Käyttäjien seuranta

Verkkoliikenteen säännöllisellä seurannalla ja valvonnalla voidaan myös varmistua verkossa liikkuvan datan laadusta. Yrityksessä 4 jokaisen tuotannon verkkoa käyttävän käyttäjän kaikkea verkkoliikennettä seurattiin. Tällä pyrittiin varmistamaan verkon sisältämien arkaluontoisten tietojen liikesalaisuuden säilyminen ja myös keräämään yrityksen liiketoiminnassa lain velvoittamaa lokitietoa erilaisten tietojen käsittelystä.

10.4 Ajantasaiset päivitykset

Säännöllisellä verkon toiminnan skannauksella ja ohjelmien ja laitteiden päivittämisellä voidaan parantaa tietoturvaa. Kun verkkoa skannataan säännöllisesti, voidaan erilainen mahdollisesti haitallinen data paikantaa nopeammin, mikä voi rajoittaa sen muuhun tietoliikenteeseen aiheuttamia vaurioita.

Erilaiset haittaohjelmat ja vakoiluohjelmat kehittyvät jatkuvasti. Huolehtimalla laitteiden ja ohjelmien säännöllisestä päivittämisestä voidaan todennäköisesti vanhemmille versioille suunnitellulle haitalliselle datalle tehdä haastavammaksi aiheuttaa vaurioita verkkoon. Vanhemmilla versioilla toimiva haitallinen data ei enää välttämättä pysty vahingoittamaan uutta tekniikkaa tai ohjelmistoa.

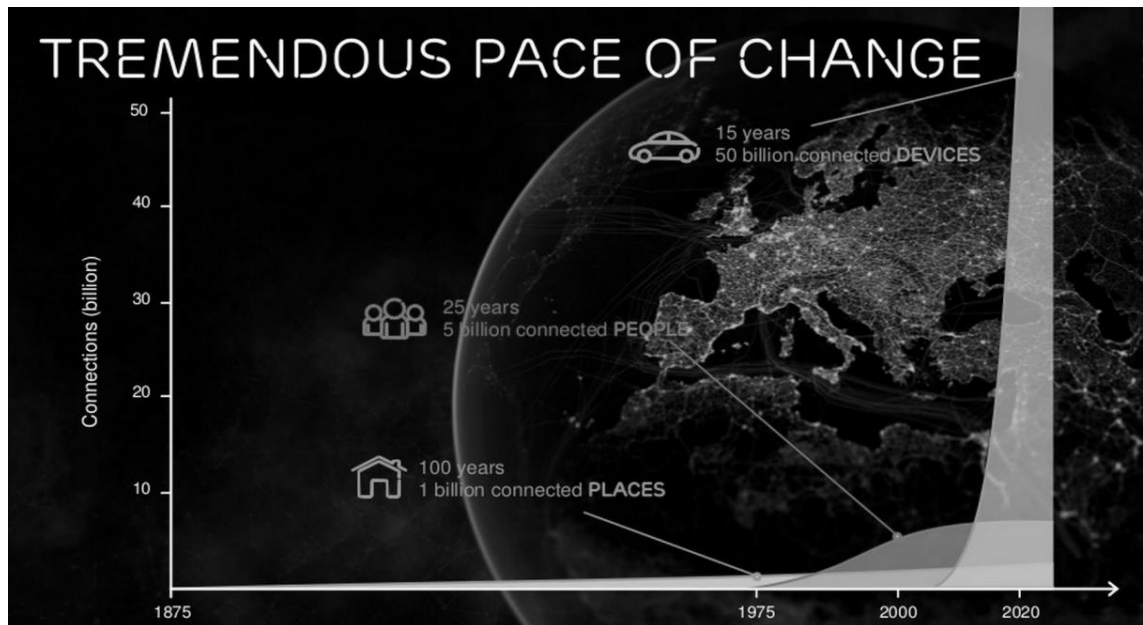
11 Muut aihepiirit

11.1 IOT-verkkojen tulevaisuus

Yrityksen 2 tekemien tutkimusten mukaan IOT (Internet of Things) ja IIOT (Industrial Internet of Things) verkot tulevat kasvamaan räjähdysmäisesti lähitulevaisuudessa automaation yleistyessä. Myös eri verkkotekniikat ovat monipuolistuneet huomattavasti

2000-luvulla, jotta jatkuvasti kasvaviin IIOT-verkkojen vaatimuksiin pystytään vastaamaan. (13.)

Kuvassa 12 on kuvattu verkkoyhteyksien kehitystä ajan funktiona. Verkon avulla keskenään keskustelevien laitteiden määrä on jo ylittänyt verkkoja käyttävien ihmisten määrän.



Kuva 12. IOT-verkkojen tulevaisuus (13).

11.2 Operaattorien kahdennus

Yritys 4 kertoi haastattelussa, että heillä on käytössä kriittisimpien verkkojen toimintavarmuuden takaamiseksi useaa verkko-operaattoria käyttävä järjestelmä, jonka tarkoitus on ehkäistä operaattoreiden puolelta tulevia toiminnan häiriöitä. Käytännössä tämä järjestelmä toimii siten, että jonkin operaattorin verkon ollessa alhaalla järjestelmä vaihtaa automaattisesti tilapäisesti verkko-operaattoria, jolloin voidaan varmistaa toiminnan jatkuvuus.

11.3 Tarina huvilaitteen aiheuttamasta ongelmasta

Yritys 7 kertoi tarinan eräästä verkon korjausoperaatiosta, joka on esimerkki ihmisen erehdyksestä johtuvasta verkko-ongelmasta. Eräässä yrityksessä oli ollut käytössä

eräänlainen simulaattori koulutustarkoituksessa, jota myös työntekijät saivat käyttää vapaa- ajalla. Simulaattori oli kytketty vastoin ohjeita tuotannon sisäiseen kriittiseen automaatioverkkoon ja kun sitä käytettiin, se tukki datavirrallaan koko tuotannon verkon aiheuttaen suuret kustannukset yritykselle. Verkkoa ehdittiin huoltaa useita kertoja ennen kuin häiriön syy paikallistettiin.

12 eWON-tuoteperheen vertailu tuloksiin

Tässä osiossa verrattiin SCN:n tuotteita kerätyn aineiston pohjalta mahdollisten asiakkaiden eniten painottamiin ominaisuuksiin. eWON-tuoteperhe valittiin vertailukohteeksi SCN:n pyynnöstä. Jokaisen kysymyksen vastauksista (kaikki vastaukset esitelty liitteessä 2.) valittiin vertailuun kaksi useimmin esille tullutta aihepiiriä. Valitut aihepiirit olivat:

- keskitetty data
- toiminnan helpotus
- luotettavuus
- selkeä ja tarkoituksenmukainen käyttöliittymä
- laiteviat
- ohjelmisto- ongelmat
- pienet datavirrat
- suuret datavirrat
- asennusympäristön vaatimukset
- ulkoistettu asennus
- verkkojen erottelu
- palomuri.

Taulukko 1 kuvaa kootusti eWON-laiteperheen laitteiden ominaisuuksia verrattuna haastatteluissa useimmin esiintyneisiin aihepiireihin. Kokonaisuutena eWON-reitittimet suoriutuvat valituista asiakkaiden vaatimuksista vertailun perusteella hyvin.

Taulukko 1. Aihepiirien vertailu tuotteisiin (14).

Aihepiirit	eWON COSY 141	eWON COSY 131
Keskitetty data	Talk2M mahdollistaa tämän hyvin.	Talk2M mahdollistaa tämän hyvin.
Toiminnan helpotus	Tuotteen päätehtävä on mahdollistaa kohteiden etähallinta.	Sama kuin 141, mutta monipuolisempi, koska mahdollisuus myös langattomiin yhteyksiin.
Luotettavuus	Valmistettu kestäämään useiden vuosien aktiivista käyttöä.	Valmistettu kestäämään useiden vuosien aktiivista käyttöä.
Selkeä ja tarkoituksenmukainen käyttöliittymä	Asiakkaan itse muokattavissa.	Asiakkaan itse muokattavissa.
Laiteviat	18kk takuu.	24kk takuu.
Ohjelmisto- ongelmat	Palveluntarjoaja hoitaa päivitykset.	Palveluntarjoaja hoitaa päivitykset.
Pienet datavirrat	Talk2M rajoittaa dataliikenteen max. 1Gb ilmaisella lisenssillä ja max. 6Gb maksullisella lisenssillä. Liitännät laitteessa max. 100 Mb LAN/WAN.	Talk2M rajoittaa dataliikenteen max. 1Gb ilmaisella lisenssillä ja max. 6Gb maksullisella lisenssillä. Liitännät laitteessa max. 100 Mb LAN/WAN.
Suuret datavirrat	Talk2M rajoittaa dataliikenteen max. 1Gb ilmaisella lisenssillä ja max. 6Gb maksullisella lisenssillä. Liitännät laitteessa max. 100 Mb LAN/WAN.	Talk2M rajoittaa dataliikenteen max. 1Gb ilmaisella lisenssillä ja max. 6Gb maksullisella lisenssillä. Liitännät laitteessa max. 100 Mb LAN/WAN.
Asennusympäristön vaatimukset	Asentaja vastaa sijoittelusta. Lämpötilan kesto -20°C - +70°C. Yritykset 5. ja 6. vaativat laitteiltaan -40°C kesto.	Asentaja vastaa sijoittelusta. Lämpötilan kesto -25°C - +70°C. Yritykset 5. ja 6. vaativat laitteiltaan -40°C kesto.
Ulkoistettu asennus	Mahdollinen.	Mahdollinen.
Verkkojen erottelu	Reitittimenä laitteen päätehtävä.	Reitittimenä laitteen päätehtävä.
Palomuuuri	Sisältää fyysisen palomuurin.	Sisältää fyysisen palomuurin.

13 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli selvittää mahdollisen asiakaskunnan tarpeita ja vaatimuksia uusien verkkolaitteiden ja tietoverkkojen hankinnassa. Lisäksi työssä pyrittiin kasvattamaan myynnin tietoutta tuote- ja asiakaskentästä, jonka avulla myyntiä voitaisiin tehostaa ja kohdistaa paremmin.

Työn pohjana päätettiin käyttää haastatteluja, koska niiden avulla oletettiin työn tiedonhankintaa pystyttävän kohdentamaan tarkemmin haluttujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Haastatteluissa haasteena oli insinööriyön tekemiseen varattu melko rajoitettu aika, joka hankaloitti tapaamisaikataulujen yhteensovittamista eri yritysten kanssa. Työn aikana pystyttiin haastattelemaan seitsemää yritystä, mutta suurempi määrä olisi tuonut lisää luotettavuutta tuloksiin. Useampi haastattelu olisi antanut myös mahdollisesti

enemmän dataa myynnin kohdistamista varten, koska erilaisia painotuksia olisi ollut helpompi tunnistaa.

Haastatteluiden kysymykset valittiin siten, että niillä pyrittiin käsittelemään aihepiiriä melko yleisellä tasolla, jolloin kysymysten vastaukset pysyivät käytännönläheisinä. Verkkolaitteiden myyntiä lähdetään usein tekemään melko käytännönläheiseltä pohjalta, joten tämän uskottiin palvelevan suoraan työn tavoitetta. Yleisillä kysymyksillä myös taattiin se, että todella erilaisia tuotantoympäristöjä omaavat yritykset pystyivät varmasti vastaamaan niihin ja tietoa pystyttiin keräämään ajan ollessa rajallinen.

Verkkolaitteiden ja tietoverkkojen hankinnan syyksi yrityksistä vain noin puolet ilmoitti henkilöstökustannusten vähentämisen. Tärkeimpiä ja yleisempiä syitä hankinnoille olivat tuotannon toiminnan helpottamiseen ja parempaan organisointiin liittyvät syyt. Toiminnan helpotus voi tuoda myös säästöjä vaikka säästäminen ei olisi aluksi ollutkaan varsinaisen tavoite.

Jokainen yritys nosti luotettavuuden tärkeäksi ominaisuudeksi tietoverkoissa. Automaation lisääntyessä myös tuotannon riippuvuus tietoverkkojen toiminnasta lisääntyy, mikä saa yritykset kiinnittämään huomiota luotettavuuteen. Luotettavuus on selkeästi asia, mitä kannattaa painottaa myynnissä, koska se voi olla yrityksillä kriteerinä, jonka mukaan verkkolaitetoimittaja valitaan.

Erilaiset laiteviat ja järjestelmäviat olivat yleisimpiä ongelmia tietoverkkojen toiminnassa. Verkkojen ja laitteiden monimutkaistuesssa niitä on yhä hankalampi välttää ja niiden korjaamiseen vaaditaan yhä enemmän osaamista. Myynnissä on apua siitä, jos asiakkaalle pystytään tarjoamaan mahdollisimman kestävästä tuotetta.

Verkoissa liikkuvien datavirtojen suuruutta määritti paljon yrityksen tuotannon luonne. Pieniä datavirtoja liikkui verkoissa, joiden kautta toimintaa ohjattiin. Suuria datavirtoja liikkui verkoissa, joihin oli liitetty paljon reaaliaikaista seuranta tai joiden kautta siirrettiin paljon kuvaa.

Asennusympäristö aiheutti usein vaatimuksia käytössä oleville verkkolaitteille. Laitteella on enemmän mahdollisia asiakkaita, jos se pystyy vastaamaan laajasti erilaisiin ympäristön vaatimuksiin joko suoraan tai lisävarusteiden avulla.

Verkkojen erottelu omiksi kokonaisuuksikseen ja palomuurien asentaminen liittymäkohtiin olivat tavallisia tietoturvan ylläpitämiskeinoja kaikissa yrityksissä ja siten myynnissä on kannattavaa painottaa laitteiden näihin liittyviä ominaisuuksia. Tietoturva on myös osa luotettavuutta.

Kokonaisuutena insinööriyössä saatiin koottua laajasti käytännönläheistä aineistoa, jota myynti voi käyttää työssään. Aineiston hankinnassa onnistuttiin pysymään yleisellä tasolla ja muutamia myynnin kohdistamiseen vaikuttavia painotuksia pystyttiin myös osittain selvittämään, joten tekemiseen käytettyyn aikaan nähden työlle annetut tavoitteet saavutettiin.

Lähteet

- 1) Pyyskänen, Seppo. 2007. Teollisuuden laiteverkot, johdatus väylätekniikkaan. 1. painos. Suomen Automaatioseura ry. Helsinki.
- 2) Wallin, Pekka. 1991. Sähkömittaustekniikan perusteet. 3. painos. Otatieto Oy. Espoo.
- 3) Virran synnyttämät sähkö- ja magneettikentät. Verkkoaineisto. <<https://i.stack.imgur.com/Gn4wv.png>>. Luettu: 2.10.2017.
- 4) Muuntaja. Verkkoaineisto. <<https://peda.net/oppimateriaalit/e-oppi/verkko-kauppa/yl%C3%A4koulu/poistuneet-tuotteet/e9k1/3vkkk/kuvat/luvun-39-kuvat/mt:file/photo/504cf588fc1c1910347cb2bbc4d679f294b6d381/muuntaja-800x600.png>>. Luettu: 2.10.2017.
- 5) Galvaaninen erotus. Verkkoaineisto. Wikipedia. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Galvaaninen_erotus>. Luettu: 2.10.2017.
- 6) Fischer, Matti. 2017. Sähkömittaustekniikka. Oppituntikalvot. EMCengl2.pdf. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 7) Kohina. Verkkoaineisto. Wikipedia. <<https://fi.wikipedia.org/wiki/Kohina>>. Luettu: 2.10.2017.
- 8) Noise spectrum. Verkkoaineisto. <<https://www.electronics-notes.com/images/noise-white-spectrum-01.png>>. Luettu: 2.10.2017.
- 9) Faraday cage. Verkkoaineisto. Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Faraday_cage>. Luettu 1.10.2017.
- 10) Shielding. Verkkoaineisto. <<http://socrates.berkeley.edu/~fajans/Teaching/cartoons/Shielding.png>>. Luettu: 2.10.2017.
- 11) Kaibijainen, Konstantin. 2013. Palomuurin suunnittelu ja käyttöönotto pienessä yritysverkossa. Insinööritoimisto. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 12) IP. Verkkoaineisto. Wikipedia. <<https://fi.wikipedia.org/wiki/IP>>. Luettu: 21.10.2017.
- 13) Yritys 2. 2017. Esitelmäkalvot. (salassapitosopimuksen alainen aineisto).
- 14) SCN. 2017. Esitelmäkalvot. eWON COSY. (salassapitosopimuksen alainen aineisto).

Haastatellut yritykset ja henkilöt

14.9.2017

Sensor Control Nordic Ab

Erik Ahlqvist

Sales Manager Finland

erik.ahlqvist@scnnordic.fi

14.9.2017

HMS Industrial Networks Ab

Marko Repo

Area Sales Manager

mare@hms.se

15.9.2017

Vaisala Oyj

Riku Pessinen

IT Technical Architect

riku.pessinen@vaisala.com

25.9.2017

HUS-Tietohallinto

Kalevi Sinkko

Tietojärjestelmäpäällikkö

kalevi.sinkko@hus.fi

28.9.2017

VR-Yhtymä Oy

Erkki Honkanen

IT Infra Technical Lead

erkki.honkanen@vr.fi

29.9.2017

Helsingin Satama Oy

Esa Salonen

IT-päällikkö

esa.salonen@portofhelsinki.fi

16.10.2017

Vantaan Energia Sähköverkot Oy

Jukka-Pekka Huttunen

Automaatioinsinööri

jukka-pekka.huttunen@vantaanenergia.fi

Haastattelupöytäkirja

Tähän pöytäkirjaan on kirjattu kaikki haastatteluissa vastauksissa esille tulleet aihepiirit kunkin kysytyn kysymyksen alle. Aihepiirien perään on lisätty numero, joka ilmaisee, kuinka moni yrityksistä nosti esille kyseisen aihepiirin. Numerot on lisätty tiedon paremman vertailun mahdollistamiseksi.

Miksi päätitte hankkia verkon/tietojärjestelmän?

Säästöt henkilöstökustannuksissa 4

Vaaralliset työympäristöt 2

Keskitetty data 5

Toiminnan helpotus 5

Helppo käyttäjätasojen määrittäminen 1

Mitä vaatimuksia teillä on verkoille ja verkkolaitteille yrityksessänne?

Pitkä käyttöikä 2

Hyvä päivitettävyyden taso 1

Selkeä ja tarkoituksenmukainen käyttöliittymä 3

Luotettavuus 7

Laadukkaammat laitteet kriittisissä kohteissa 1

Standardit 2

Kahdentaminen 3

Eri toimintojen yhteensopivuus 1

Langattomuus logistiikassa 1

Oma langaton verkko 1

Kuinka laaja verkkonne on?

-

Onko verkkolaitteiden tai tietoverkkojen toiminnassa ollut ongelmia ja jos on, niin millaisia?

Kantomatkan riittämättömyys 2

EMI 2

Ohjelmisto- ongelmat 2

Osaamisen puute vanhan tekniikan huolloissa 1

Laiteviat 7

Onnettomuudet 1

Sähkökatkot 1

Laajan organisaation eri osien yhteydenpidosta johtuvat ongelmat 1

RFID laitteet sekoittuvat muuhun WLAN: iin 1

Kuinka suuria datavirtoja verkko joutuu käsittelemään yrityksessänne?

Datarajoitukset verkko-operaattorin puolelta 1

Datarajoitukset pilvipalvelussa 1

Pieniä datavirtoja 5

Suuria datavirtoja 4

Oliko verkkolaitteiden mekaanisessa asennuksessa toimintavalmiuteen jotain haasteita?

Faradayn häkki 1

Antennin sijoittelu 1

Ulkoistettu asennus 4

Itseasennus 3

Asennusympäristön vaatimukset 4

Laitteiden helppo huollettavuus 1

Jäähdytys, kun kytkin toimii virtalähteenä 2

Standardit 2

UPSit 3

Miten tietoturva on hoidettu yrityksessänne?

Verkkojen erottelu 7

Palomuuuri 6

IPv4, IPv6 2

Tärkeät verkot langallisia 4

Käyttäjien seuranta 1

Verkkoon pääsee vain tietyillä päätteillä 4

Tietoturva jaettu osa- alueisiin 1

Omat palvelimet 2

Ajantasaiset päivitykset 1

Säännöllinen verkon skannaus 1

Onko teillä muuta lisättävää?

IOT- verkkojen tulevaisuus 1

Operaattorien kahdennus 1

UDM- laite 1

Tarina huvilaitteen aiheuttamasta ongelmasta 1